
Mit Aufgaben Kompetenzen überprüfen

Florian Karsten & Dr. Markus Ziegler
Zentrale Projektgruppe Physik (Kursstufe)

Impressum

- Mitglieder der zentralen Projektgruppe Physik:
 - StD Joachim Friederich, Kepler-Gymnasium Pforzheim
 - StD Florian Karsten, Seminar Stuttgart
 - Prof. Franz Kranzinger, Seminar Stuttgart
 - StD Michael Renner, Seminar Tübingen
 - Prof. Dr. Peter Schmälzle, Seminar Karlsruhe
 - StD Dr. Markus Ziegler, Regierungspräsidium Freiburg
- Die Materialien dürfen im Rahmen der Fortbildungsmaßnahme eingesetzt und von den Multiplikatoren für ihren eigenen Einsatz angepasst werden.
- Die Materialien stehen unter der Lizenz 
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>

Inhalt

- EPA Physik
- Mustercurricula für die Kursstufe
- Musteraufgaben für die Kursstufe
- Merkmale und Neuheiten am Beispiel von Aufgabe 1
- EPA-Anforderungen am Beispiel von Aufgabe 1
- Musteraufgaben – Besonderheiten und Neuerungen
- Wie sieht die Fortbildung in der Fläche aus?
- Idee: Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Verbesserung der Aufgabenkultur
- Workshop zur Vorbereitung der Fortbildung
- Fragen & Diskussion

EPA

EPA – Was heißt das?

- EPA=**E**inheitliche **P**rüfungsanforderungen in der **A**biturprüfung
- Geschichte
 - 1979: Einführung der EPA
 - 1989: Überarbeitung der EPA Physik
 - 2004: Überarbeitung der EPA Physik
 - 2004: „Die Länder werden gebeten, die neugefassten Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) für die Fächer Biologie, **Physik**, Chemie, Informatik, Französisch, Italienisch, Spanisch, Russisch, Türkisch und Dänisch spätestens zur Abiturprüfung im Jahre 2007 umzusetzen.“

EPA – Wofür sind sie gut?

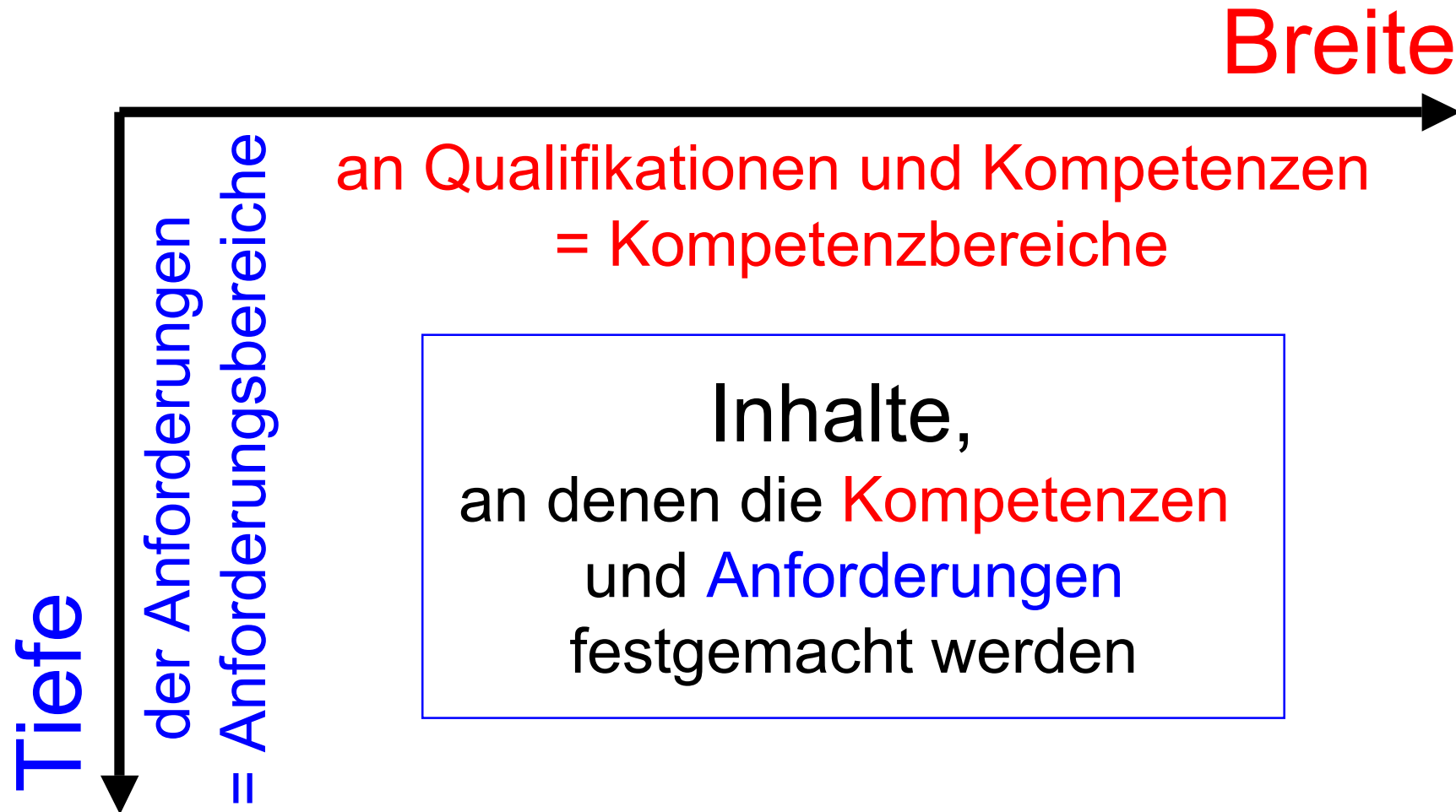
- EPA beschreiben
 - was ein Prüfling am Ende der Sekundarstufe II im Abitur können muss
 - welche Anforderungen in der Prüfung und an die Prüfung gestellt werden
- EPA beschreiben nicht
 - Kerncurriculum
 - Unterricht
- EPA sind ein Instrument zur
 - Konstruktion von Aufgaben
 - Analyse von Aufgaben
 - Festlegung von einheitlichen Prüfungsstandards

⇒ **Wichtige Grundlage für die Aufgabenerstellung!**

EPA Physik – Was ist eine gute Aufgabe?

- Zur Erstellung von Aufgaben kann eine Kompetenzmatrix verwendet werden.
- In ihr lässt sich übersichtlich darstellen, welche Bereiche in welchem Maß abgedeckt sind.
- Jede kompetenzorientierte Aufgabe braucht drei Dinge:
 1. Sie braucht **Anforderungen** in passender Tiefe, durch eine passende Mischung aus leichten, mittleren und schweren Anteilen.
 2. Sie verlangt Qualifikationen und **Kompetenzen** in hinreichender Breite.
 3. Sie macht die Anforderungs- und Kompetenzbereiche an geeigneten und relevanten **Inhalten** fest.

EPA Physik – Was ist eine gute Aufgabe?



EPA Physik – Kompetenzmatrix

		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	einfache Sachverhalte wiedergeben	einfache Fachmethoden beschreiben und nutzen	einfache Sachverhalten in vorgegebenen Formen darstellen	einfache Bezüge angeben
	II	Sachverhalte eines abgegrenzten Gebietes anwenden	Fachmethoden anwenden	Kommunikationsformen situationsgerecht auswählen und einsetzen	einfache Bezüge herstellen und Bewertungsansätzen wiedergeben
	III	Wissen problembezogen erarbeiten, einordnen, nutzen und werten	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden	Kommunikationsformen situationsgerecht anwenden	Bezüge herstellen und Sachverhalte bewerten

EPA Physik – Anforderungsbereiche

- Anforderungsbereich I
 - Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden
 - Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form
 - Darstellung einfacher Bezüge
- Anforderungsbereich II
 - Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden
 - situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen
 - Wiedergabe von Bewertungsansätzen
 - Herstellen einfacher Bezüge
- Anforderungsbereich III
 - problembezogenes Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden
 - situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen
 - Herstellen von Bezügen
 - Bewerten von Sachverhalten

EPA Physik – Kompetenzbereich Fachkenntnisse

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.

EPA Physik – Kompetenzbereich Fachmethoden

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, Modellbilden)

EPA Physik – Kompetenzbereich Kommunikation

Die Prüflinge

- verfügen über **Methoden der Darstellung** physikalischen Wissens und physikalischer Erkenntnisse in unterschiedlichen Formen (z.B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Graphen, Diagrammen, 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.

EPA Physik – Kompetenzbereich Reflexion

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, die historische und gesellschaftliche **Bedingtheiten** der Physik zu reflektieren
- sind vertraut mit **Bewertungsansätzen** und sind in der Lage, persönlich, sachbezogen und kritikoffen **Stellung** zu beziehen.

EPA Physik – verbindliche fachliche Inhalte

- 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, Polarisierung, 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)

EPA Physik – unverbindliche fachliche Inhalte

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

EPA Physik – Operatoren

- analysieren / untersuchen
 - Unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten. Untersuchen beinhaltet unter Umständen zusätzlich praktische Anteile
- anwenden
 - Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
- auswerten
 - Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Elemente in einen Zusammenhang stellen und gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen
- begründen
 - Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
- berechnen / bestimmen
 - Aus Größengleichungen eine physikalische Größen bestimmen
- ...

EPA Physik – Geeignete Aufgabenstellungen

- 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

EPA Physik – Anforderungen an eine Aufgabe

- Alle vier Kompetenzbereiche sind abgedeckt.
- Schwerpunkt liegt auf Fachkenntnissen und Fachmethoden.
- Aufgabe erstreckt sich auf alle drei Anforderungsbereiche.
- Schwerpunkt liegt im Anforderungsbereich II.
- Anforderungsbereich I ist im höheren Maße abgedeckt als III.
- Berücksichtigung mehrerer Sachgebiete
- Empfehlung zur Vernetzung der Aufgabenteile
- Empfehlung zu offenen Aufgabenstellungen
- Teilaufgaben sind unabhängig voneinander.
- Aufgabenstellungen werden mit Operatoren formuliert.

Mustercurricula

Mustercurricula Physik

- 3 Beispiele für Klasse 7/8
- 4 Beispiele für Klasse 9/10
- **4 Beispiele für Klasse 11/12**

Kerncurriculum (2/3 der Zeit)				Schulcurriculum (1/3 der Zeit)		
Kompetenzen (im Sinne der Fachmethoden – Kompetenznummern 1–6)	Thema (im Sinne des Fachwissens – Kompetenznummern 7–13)	Inhalt (mit Angabe der Behandlungstiefe)	Stunden	Halb jahr	Stunden	Mögliche Ergänzungen und Vertiefungen <i>Methodisch-didaktische Hinweise</i> <i>Zusammenarbeit mit anderen Fächern</i>
				UE 1: Elektrisches Feld		
1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten Die Schülerinnen und Schüler können zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; die physikalische Beschreibungsweise anwenden; an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.	8. Grundlegende physikalische Größen Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler vor allem die Erhaltungssätze und können sie vorteilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen. Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum Energiesparen und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen	– Elektrische, mechanische und thermische Größen – Strom-Antrieb-Konzept (mindestens einen Vergleich analoger elektr., mech. und therm. Systeme) – Erhaltungssätze (Impuls, Ladung, Energie, Drehimpuls qualitativ) – Entropieerzeugung – mechanische, elektrische und thermische Energiespeicher und Energietransporte – Kennlinien von Geräten	5	11.1	3	<i>Diese Inhalte können zum Einstieg in die Kursstufe als Wiederholung in Teamarbeit, teilweise im Schülerpraktikum durchgeführt werden</i> <i>Im Weiteren erfolgt eine Vertiefung bzw. Vernetzung mit neuen Inhalten der Kursstufe</i> Vertiefung: – Innenwiderstand von Geräten – Arbeitspunkt
2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft Die Schülerinnen und Schüler können die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden und reflektieren; ein Modell erstellen; mit einer	9. Strukturen und Analogien Die Schülerinnen und Schüler können das magnetische und elektrische Feld als physikalisches System beschreiben und die Grundlagen der Maxwelltheorie					

<http://www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/Gym/umsetzungsbeispiele/Ph>

Mustercurricula Physik – Allgemeines

- 4 Beispiele für die Kursstufe 11/12 (nach Bildungsplan 2004)
- Die Beispiele sind erstellt worden in Zusammenarbeit von
 - Physik-Fachberatern der 4 Regierungspräsidien
 - Physik-Fachreferenten der 4 Regierungspräsidien
 - Physik-Standardexperten
- Konsens für das Kerncurriculum (2/3 der Zeit)
- Unterschiedliche Ideen für das Schulcurriculum (1/3 der Zeit)
- Die Beispiele sind Vorschläge zur Erstellung/Überprüfung des eigenen Physik-Kerncurriculums 11/12
- Die Beispiele (PDF) und eine leere Entwurfsvorlage (DOC) kann man herunterladen unter
<http://www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/Gym/umsetzungsbeispiele/Ph>

Mustercurricula Physik – Aufbau

Kerncurriculum (2/3 der Zeit)				Schulcurriculum (1/3 der Zeit)		
Kompetenzen (im Sinne der Fachmethoden – Kompetenznummern 1–6)	Thema (im Sinne des Fachwissens – Kompetenznummern 7–13)	Inhalt (mit Angabe der Behandlungstiefe)	Stunden	Halb jahr	Stunden	Mögliche Ergänzungen und Vertiefungen <i>Methodisch-didaktische Hinweise</i> <i>Zusammenarbeit mit anderen Fächern</i>

- Gleicher Aufbau aller Muster
- Gleicher Text in 1./2./3. Spalte (Kompetenzen, Thema, Inhalt)
- Gleiche Gesamtstundenverteilung in 4. Spalte (Stunden)
- Unterschiedliche Reihenfolge in 3. Spalte (und dann natürlich auch in 1./2. Spalte)
- Unterschiedliche Schulcurricula (Methoden, Vertiefungen, Ergänzungen, Projekte)

Mustercurricula Physik – Aufbau

- Stundenverteilung:

	Kerncurriculum 140 Stunden	Schulcurriculum 70 Stunden	Klausuren 30 Stunden
Elektrodynamik:	55	23	
Elektromagnetische und mechanische Schwingungen und Wellen:	50	30	
Quantenphysik und Struktur der Materie:	35	17	

- Hinweis auf die zurückliegenden Schuljahre:

Hinweis: Alle Inhalte der Bildungsstandards Physik für die Klassen 7–10 sind auch im Bildungsstandard für die Kursstufe 11–12 aufgeführt. Daher werden die Grundlagen der Bildungsstandards bis Klasse 10 vorausgesetzt. Die in diesem Kerncurriculum aufgeführten Inhalte (3. Spalte) werden in der Kursstufe vertieft behandelt.

Mustercurricula Physik – Unterschiede

Wiederholung an verschiedenen Stellen

Beispiel 1:

					UE 1: Elektrisches Feld	
1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten Die Schülerinnen und Schüler können zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; die physikalische Beschreibungsweise anwenden; an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.	8. Grundlegende physikalische Größen Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler vor allem die Erhaltungssätze und können sie vorteilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen. Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum „Energiesparen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen	– Elektrische, mechanische und thermische Größen – Strom-Antrieb-Konzept (mindestens einen Vergleich analoger elektr., mech. und therm. Systeme) – Erhaltungssätze (Impuls, Ladung, Energie, Drehimpuls qualitativ) – Entropieerzeugung – mechanische, elektrische und thermische Energiespeicher und Energietransporte – Kennlinien von Geräten	5	11.1	3	<i>Diese Inhalte können zum Einstieg in die Kursstufe als Wiederholung in Teamarbeit, teilweise im Schülerpraktikum durchgeführt werden</i> <i>Im Weiteren erfolgt eine Vertiefung bzw. Vernetzung mit neuen Inhalten der Kursstufe</i>
2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft	9. Strukturen und Analogien					Vertiefung:

Beispiel 3:

1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten Die Schülerinnen und Schüler können zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; die physikalische Beschreibungsweise anwenden; an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.	8. Grundlegende physikalische Größen Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler vor allem die Erhaltungssätze und können sie vorteilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen. Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum „Energiesparen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen	– Gravitationsfeldstärke – Elektrische Feldstärke – Magnetische Flussdichte – Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien) – Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem, magnetischem und Gravitationsfeld – Potenzial und Spannung im elektrischen	20	11.1	8	<i>Wiederholung des Feldes als Modellvorstellung: Gravitationsfeld, elektrisches Feld, magnetisches Feld unter Analogieaspekten:</i> – Wirkung – Visualisierung durch Feldlinien – Ursache <i>Die Wiederholung der Grundlagen aus der Mittelstufe kann selbstständig, z.B. in Form von Planarbeit oder Teamarbeit erfolgen.</i>
---	---	--	----	------	---	---

Mustercurricula Physik – Unterschiede

Unterschiede im Schulcurriculum

Beispiel 4:

– Lorentzkraft, Betrag und Richtung – Bewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld (qualitativ) – Kräftegleichgewicht zwischen elektrischer und magnetischer Kraft	4	11.1	4	Kreisbahn quantitativ e/m-Bestimmung Halleffekt Ladungsträgerdichte Wienfilter
---	---	------	---	--

Beispiel 2:

– Bewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld (qualitativ) – Kräftegleichgewicht zwischen elektrischer und magnetischer Kraft – Magnetisches Feld und magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule – Magnetische Feldkonstante – Materie im Magnetfeld, μ_r				e/m-Bestimmung <i>Praktikum / technische Anwendungen:</i> Hallsonde, Fadenstrahlrohr, Oszilloskop, Teilchenbeschleuniger, Massenspektrometer, Festplatte, Funktionsweise von Drehspulinstrumenten, Elektromotor, Lautsprecher Bestimmung von μ_0 , Magnetfeld der Erde
---	--	--	--	--

Musteraufgaben

—

**für den standardbasierten
und kompetenzorientierten
Unterricht im Fach Physik
der Kursstufe**

Entstehung der Musteraufgaben

- Juli 2009: „Musteraufgaben für die Kursstufe ab 2011“
 - Ziel: richtungsweisende Aufgaben zur Kompetenzüberprüfung
 - Autoren:
 - Fachreferent/-innen aller Regierungspräsidien (Abiturkommission)
 - 12 Fachberater aus allen Regierungsbezirken
 - Bildungsstandardexperten
- 2009/2010:
 - Diskussion der Musteraufgaben in Sprengelsitzungen
 - Sammeln von Rückmeldungen der Physiklehrer/-innen
- 2010: „Musteraufgaben für den standardbasierten und kompetenzorientierten Unterricht im Fach Physik in der Kursstufe“ (ZPG II Physik)
 - Einarbeiten der Verbesserungsvorschläge
 - Weiterentwicklung der Aufgaben
 - Erstellung weiterer Aufgaben zur Kompetenzüberprüfung

Entstehung der Musteraufgaben

- 2010: „Musteraufgaben für den standardbasierten und kompetenzorientierten Unterricht im Fach Physik in der Kursstufe“ (ZPG II Physik)
 - Autoren: Dr. Markus Ziegler, Florian Karsten
 - Absprache mit den Fachreferenten
 - Absprache mit den Mitgliedern der ZPG-II-Gruppe Physik
 - Fachreferenten bestätigen richtungweisenden Charakter der Aufgaben

Struktur der Musteraufgabensammlung

1. Hinweise und Erläuterungen
 - Wie sind diese Aufgaben entstanden?
 - Was ist neu?
 - Wie sind die Aufgaben strukturiert?
2. EPA-Operatoren für das Fach Physik
 - Kopiervorlage für den Unterricht
3. Was ist eine Kompetenzmatrix?
 - EPA-Kompetenzmatrix für Physik
4. Übersicht über die Aufgaben – nach Neuerungen sortiert
5. Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur nach EPA-Vorgabe
6. Aufgabe 2 bis 19: Aufgabenbausteine zur Kompetenzüberprüfung

Struktur jeder Aufgabe

1. Besonderheiten dieser Aufgabe

- Neuerungen geordnet nach EPA-Kompetenzbereichen

2. Hinweise zur Unterrichtsvoraussetzung

- Inhalte, die im Unterricht **nicht behandelt** werden müssen
→ **Kompetenzüberprüfung an beliebigen Inhalten**
- Inhalte, die im Unterricht **zuvor behandelt** werden müssen
→ i. A. **Fachkenntnisse**

3. EPA-Kompetenzmatrix

- Jede Teilaufgabe wird mindestens einem Feld der Matrix zugeordnet

4. Eigentliche Aufgabenstellung

- Formulierung ausschließlich mit EPA-Operatoren

5. Lösungshinweise

- Alternative Lösungswege
- Zusatzpunkte

Struktur am Beispiel von Aufgabe 1

Besonderheiten dieser Aufgabe:

- **Fachkenntnisse:**
 - Entropie
 - Diode als richtungsabhängiger Widerstand
 - zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten
 - Entnehmen von Informationen aus komplexeren Texten
 - typische Merkmale der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise
- **Kommunikation:**
 - fachsprachliche Formulierung von Umgangssprache
 - Textarbeit: analysieren komplexer Texte und Darstellung der daraus gewonnenen Erkenntnisse
 - Darstellung physikalischer Sachverhalte
- **Reflexion:**
 - Alltagsbezug physikalischer Phänomene
 - Einnehmen einer physikalischen Perspektive
 - historische Bezüge darstellen, einordnen bzw. reflektieren

Struktur am Beispiel von Aufgabe 1

Hinweise zur Unterrichtsvoraussetzung:

Es wird **nicht vorausgesetzt**, dass diese Themen im Unterricht explizit behandelt werden:

- Parallelschaltung von Kondensatoren
- Leuchtdiode
- Schütteltaschenlampe

→ **Kompetenzüberprüfung an beliebigen Inhalten**

Struktur am Beispiel von Aufgabe 1

Hinweise zur Unterrichtsvoraussetzung:

Es wird **vorausgesetzt**, dass u.a. diese Themen im Unterricht behandelt werden:

- Kondensator, Kapazität, Kapazität des Plattenkondensators
([Kerncurriculum Kursstufe](#))
- Induktion, Induktionsgesetz
([Kerncurriculum Kursstufe](#))
- elektrisches Feld als Energiespeicher
([Kerncurriculum Kursstufe](#))
- Entropie, Entropieerzeugung
([Kerncurriculum 9/10, Kursstufe](#))
- naturwissenschaftliche Arbeitsweise
([Kerncurriculum 7/8, 9/10, Kursstufe](#))
- Physik als ein historisch-dynamischer Prozess
([Kerncurriculum 7/8, 9/10, Kursstufe](#))
- Diode als richtungsabhängiger Widerstand
([Kerncurriculum 9/10](#))

**Musterkerncurricula
7/8, 9/10, Kursstufe (Spalte I bis III)
und EPA-Physik
sind Grundlagen
für alle Musteraufgaben!**

Struktur am Beispiel von Aufgabe 1

Kompetenzmatrix:

		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	a1), a2), a3) b1)	a2), a3) b1), b3)	c1)	a1)
	II	b2), b3) c1), c2), c3)	b2)	c2), c3), c4) d1), d2)	c1), c2)
	III	c4) d1), d2)			c4) d2)

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

a) Auf einem handelsüblichen Kondensator findet man die Aufschrift: „2 V; 10 F“, auf einer Glühlampe den Aufdruck „2 V; 0,1 A“.

- Geben Sie an, welche Bedeutung diese Angaben für den Einsatz des Kondensators und der Glühlampe haben.

Der Kondensator wird mithilfe eines Netzgeräts aufgeladen. Nachdem der Kondensator vom Netzgerät getrennt wurde, misst man am Kondensator eine Spannung von 2,00 V. Anschließend wird der Kondensator über die Glühlampe vollständig entladen.

- Berechnen Sie die Ladungsmenge, die beim Entladen des Kondensators über die Glühlampe fließt.
- Bestimmen Sie die Energiemenge, die dieser Kondensator beim Entladen über die Glühlampe abgibt.

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

a) Besonderheiten

- **Reflexion**
 - Alltagsbezug physikalischer Phänomene

Voraussetzungen

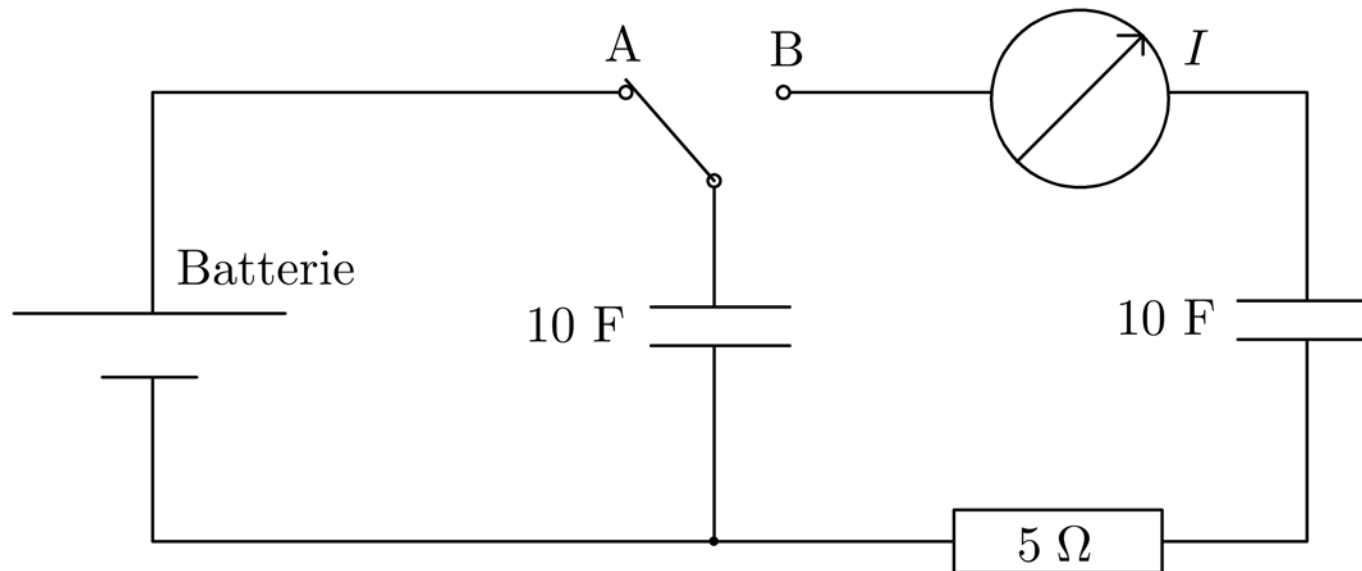
- **Vorausgesetzt** werden:
 - Kondensator, Kapazität, Kapazität des Plattenkondensators
 - elektrisches Feld als Energiespeicher
 - Schülerexperimente zu elektrischen und elektronischen Bauteilen.

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	a1), a2), a3) Wiedergeben	a2), a3) Beschreiben und Einsetzen		a1) Angaben von Bezügen zur Technik
	II				
	III				

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

- b) Zwei baugleiche Kondensatoren befinden sich in folgender Anordnung:



Der Schalter wird zunächst in Stellung A gebracht. Nach 5 Minuten Wartezeit ist im elektrischen Feld des linken Plattenkondensators die Energie 20,0 J gespeichert. Anschließend wird der Schalter umgelegt.

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

b)

- Bestimmen Sie die Spannung, die sofort nach dem Umlegen des Schalters am linken Kondensator anliegt. Nach einigen Minuten zeigt das Stromstärkemessgerät den Wert $0,0 \mu\text{A}$ an.
- Bestimmen Sie die Energiemengen, die jetzt im Feld des linken bzw. rechten Kondensators gespeichert sind.
- Berechnen Sie die maximal erzeugte Entropiemenge bei einer Zimmertemperatur von 20°C .

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

b) Besonderheiten

- **Fachkenntnisse**
 - Entropie, Entropieerzeugung

Voraussetzungen

- **Nicht vorausgesetzt** wird:
 - Parallelschaltung von Kondensatoren
- **Vorausgesetzt** werden:
 - Kondensator, Kapazität, Kapazität des Plattenkondensators, Ladungserhaltung
 - elektrisches Feld als Energiespeicher
 - Entropie, Entropieerzeugung

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

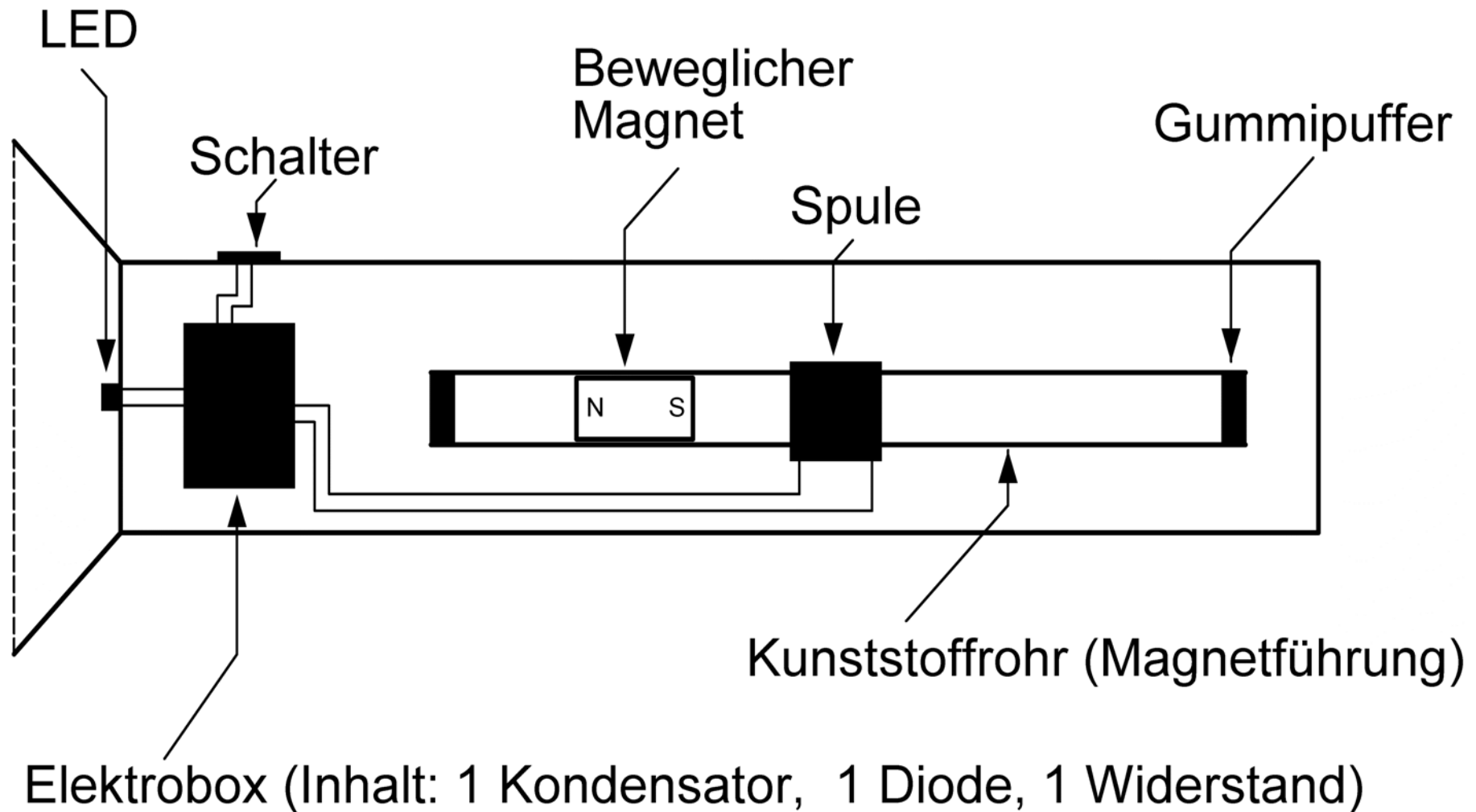
		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	a1), a2), a3) b1) Wiedergeben	a2), a3) b1), b3) Beschreiben und Einsetzen		a1) Angaben von Bezügen zur Technik
	II	b2), b3) Anwenden Reorganisation	b2) Anwenden begründetes Herleiten einfacher Sachverhalte		
	III				

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

- c) Im Prospekt des Herstellers einer „Schütteltaschenlampe“ findet man folgende Abbildung und Beschreibung:
- „Die Taschenlampe funktioniert ohne Batterien. Einfach 30 Sekunden schütteln und Sie haben über 8 Minuten helles Licht. Durch das Schütteln der Taschenlampe entsteht Strom, der in einem Kondensator gespeichert wird. Bei Bedarf wird mittels eines Schalters Strom aus dem Kondensator an die Leuchtdiode (LED) abgegeben. Ein Widerstand schützt hierbei die LED vor zu großen Strömen.“

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

c)



Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

c)

- Zeichnen Sie einen möglichen Schaltplan der Schütteltaschenlampe.

Hinweis: Eine Leuchtdiode ist eine Diode, die bei Stromdurchfluss leuchtet.

- Erläutern Sie das physikalische Funktionsprinzip dieser Taschenlampe. Gehen Sie hierbei auch auf die Bedeutung der Diode ein.
- Die Beschreibung der Schütteltaschenlampe wurde vom Hersteller umgangssprachlich formuliert. Geben Sie zwei in dem Text vorhandene fachsprachliche Ungenauigkeiten in korrigierter Form an.
- An den beiden Enden des Kunststoffrohrs befinden sich Gummipuffer. Beurteilen Sie, ob es vorteilhaft wäre, wenn die beiden Gummipuffer durch Federn ersetzt würden.

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

c) Besonderheiten

- **Fachkenntnisse**
 - Diode als richtungsabhängiger Widerstand
- **Kommunikation:**
 - fachsprachliche Formulierung von Umgangssprache
 - Darstellung physikalischer Sachverhalte
- **Reflexion:**
 - Alltagsbezug physikalischer Phänomene
 - Einnehmen einer physikalischen Perspektive

c) Voraussetzungen

- **Nicht vorausgesetzt** werden:
 - Leuchtdiode
 - Schütteltaschenlampe
- **Vorausgesetzt** werden:
 - Kondensator, Kapazität, Kapazität des Plattenkondensators, Ladungserhaltung
 - elektrisches Feld als Energiespeicher
 - Induktion, Induktionsgesetz
 - Diode als richtungsabhängiger Widerstand

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	a1), a2), a3) b1) Wiedergeben	a2), a3) b1), b3) Beschreiben und Einsetzen	c1) Darstellen in vorgegebener Form	a1) Angaben von Bezügen zur Technik
	II	b2), b3) c1), c2), c3) Anwenden Reorganisation	b2) Anwenden	c2), c3), c4) Komplexere Sachverhalte darstellen Umgangssprache → Fachsprache	c1), c2) Herstellen einfacher Bezüge zur Technik
	III	c4) Problem- bezogenes Nutzen von Wissen			c4) Bezüge herstellen Sachverhalte bewerten

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

d) Der Physiker Richard P. Feynman schrieb:

„Um zu verstehen, wie wir versuchen, die Natur zu verstehen, können wir uns zum Spaß folgende Analogie vorstellen: die Götter spielen ein großartiges Spiel – sagen wir Schach. Man kennt die Regeln nicht, darf aber das Spielbrett beobachten – zumindest dann und wann an einer winzigen Stelle. Aus diesen Beobachtungen heraus versucht man die Regeln des Spiels zu finden, nach welchen sich die Figuren bewegen.

Man entdeckt vielleicht nach einiger Zeit, dass, wenn es nur einen Läufer auf dem Brett gibt, dieser immer auf derselben Farbe steht. Später entdeckt man das Gesetz, dass der Läufer nur diagonal laufen darf; dies würde das erste Gesetz erklären, dass der Läufer immer auf derselben Farbe bleibt.

...

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

d) ...

Es geht so weiter, alles läuft normal, man kennt alle Gesetze, es sieht wunderbar aus – und dann passiert plötzlich in einer Ecke des Bretts ein seltsames Phänomen. Also beginnt man es zu untersuchen: Es ist die Rochade – etwas, das man nicht erwartet hat. [...] Das was nicht passt, ist das, was uns am meisten interessiert; das was nicht so läuft, wie man es erwartet hat.“

Hinweis: Der Läufer ist eine bestimmte Schachfigur. Die Rochade ist der einzige Zug beim Schachspiel, bei dem zwei Figuren derselben Farbe gleichzeitig auf eine bestimmte Weise gezogen werden dürfen.

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

d)

- Erläutern Sie typische Merkmale der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise anhand des oben angegebenen Textes von Richard P. Feynman.
- Geben Sie ein Beispiel aus der Geschichte der Physik für die im dritten Absatz genannte „unerwartete Rochade“ an und beschreiben Sie, was dort passiert ist, das man „nicht erwartet hat“.

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

d) Besonderheiten

- **Fachkenntnisse:**
 - zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten
 - Entnehmen von Informationen aus komplexeren Texten
 - typische Merkmale der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise
- **Kommunikation:**
 - Textarbeit: analysieren komplexer Texte und Darstellung der daraus gewonnenen Erkenntnisse
 - Darstellung physikalischer Sachverhalte
- **Reflexion:**
 - Einnehmen einer physikalischen Perspektive
 - historische Bezüge darstellen, einordnen bzw. reflektieren

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

d) Voraussetzungen

- **Vorausgesetzt** werden:
 - naturwissenschaftliche Arbeitsweise
Hypothese, Vorhersage, Überprüfung, Bewertung, ...
 - Physik als ein historisch-dynamischer Prozess
Mindestens eines der folgenden Beispiele:
 - Sonnensystem, Universum
 - Folgerungen aus der speziellen Relativitätstheorie
 - Kausalität, deterministischer Chaos

Faktoren, die zu Entdeckungen und Erkenntnissen führen (Intuition, Beharrlichkeit, Zufall, ...)

- Quantenphysik (z.B. Fotoeffekt, Photon)

Aufgabe 1 – eine vollständige Klausur

		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	a1), a2), a3) b1) Wiedergeben	a2), a3) b1), b3) Beschreiben Einsetzen	c1) Darstellen in vorgegebener Form	a1) Angaben von Bezügen zur Technik
	II	b2), b3) c1), c2), c3) Anwenden Reorganisation	b2) Anwenden	c2), c3), c4), d1), d2) Komplexere Sachverhalte darstellen	c1), c2) Herstellen einfacher Bezüge zur Technik
	III	c4), d1), d2) Informationen aus komplexen Texten entnehmen Auswählen und Verknüpfen von Fakten			c4), d1), d2) Einnehmen einer physikalischen Perspektive Einordnen in historische Bezüge

EPA-Vorgaben

–

am Beispiel

von Aufgabe 1

Aufgabe 1 – Anforderungen der EPA

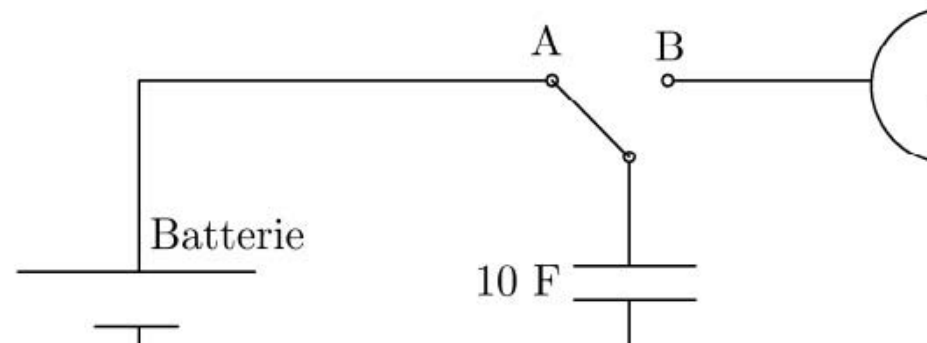
		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	a1), a2), a3) b1)	a2), a3) b1), b3)	c1)	a1)
	II	b2), b3) c1), c2), c3)	b2)	c2), c3), c4) d1), d2)	c1), c2)
	III	c4) d1), d2)			c4) d2)

- Alle vier Kompetenzbereiche sind abgedeckt.
- Schwerpunkt liegt auf den Fachkenntnissen und den Fachmethoden.
- Aufgabe erstreckt sich auf alle drei Anforderungsbereiche.
- Schwerpunkt liegt im Anforderungsbereich II.
- Anforderungsbereich I ist im höheren Maße abgedeckt als Anforderungsbereich III.

Aufgabe 1 – Anforderungen der EPA

a) Auf einem handelsüblichen **Kondensator** lampe den Aufdruck „2 V; 0,1 A“.

b) **Zwei Kondensatoren** befinden sich in folgender Anordnung:



c) Im Prospekt des Herstellers einer **„Schütteltaschenlampe“** findet man folgende Abbildung und Beschreibung:

- Die Empfehlung zur Vernetzung der Aufgabenteile ist in den Aufgabenteilen a), b) und c) erfüllt.

Aufgabe 1 – Anforderungen der EPA

- **Erläutern** Sie das physikalische Funktionsprinzip dieser Taschenlampe. Gehen Sie hierbei auch auf die Bedeutung der Diode ein.
- Die Beschreibung der Schütteltaschenlampe wurde vom Hersteller umgangssprachlich formuliert. Geben Sie zwei in dem Text vorhandene **fachsprachliche Ungenauigkeiten** in korrigierter Form an.
- An den beiden Enden des Kunststoffrohrs befinden sich Gummipuffer. **Beurteilen** Sie, ob es vorteilhaft wäre, wenn die beiden Gummipuffer durch Federn ersetzt würden.

- Erläutern Sie **typische Merkmale der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise** anhand des oben angegebenen Textes von Richard P. Feynman.
- Geben Sie ein **Beispiel aus der Geschichte der Physik** für die im dritten Absatz genannte „unerwartete Rochade“ an und beschreiben Sie, was dort passiert ist, das man „nicht erwartet hat“.

- Die Empfehlung zu offenen Aufgabenstellungen ist in den Aufgabenteilen c) und d) berücksichtigt.

Aufgabe 1 – Anforderungen der EPA

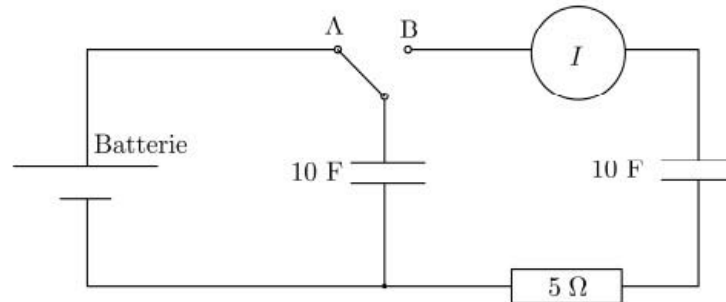
a) Auf einem handelsüblichen Kondensator findet man die Aufschrift: „2 V; 10 F“, auf einer Glühlampe den Aufdruck „2 V; 0,1 A“.

- Geben Sie an, welche Bedeutung diese Angaben für den Einsatz des Kondensators und der Glühlampe haben.

Der Kondensator wird mithilfe eines Netzgeräts aufgeladen. Nachdem der Kondensator vom Netzgerät getrennt wurde, misst man am Kondensator eine Spannung von 2,00 V. Anschließend wird der Kondensator über die Glühlampe vollständig entladen.

- Berechnen Sie die Ladungsmenge, die beim Entladen des Kondensators über die Glühlampe fließt.
- Bestimmen Sie die Energiemenge, die dieser Kondensator beim Entladen über die Glühlampe abgibt.

b) Zwei Kondensatoren befinden sich in folgender Anordnung:



Der Schalter wird zunächst in Stellung A gebracht. Nach 5 Minuten Wartezeit ist im elektrischen Feld des linken Plattenkondensators die Energie $E_0 = 20,0 \text{ J}$ gespeichert. Anschließend wird der Schalter umgelegt.

- Die Teilaufgaben sind unabhängig voneinander.

Aufgabe 1 – Anforderungen der EPA

- **Zeichnen** Sie einen möglichen Schaltplan der Schütteltaschenlampe.
Hinweis: Eine Leuchtdiode ist eine Diode, die bei Stromdurchfluss leuchtet.
- **Erläutern** Sie das physikalische Funktionsprinzip dieser Taschenlampe. Gehen Sie hierbei auch auf die Bedeutung der Diode ein.
- Die Beschreibung der Schütteltaschenlampe wurde vom Hersteller umgangssprachlich formuliert. **Geben Sie** zwei in dem Text vorhandene fachsprachliche Ungenauigkeiten in korrigierter Form **an**.
- An den beiden Enden des Kunststoffrohrs befinden sich Gummipuffer. **Beurteilen** Sie, ob es vorteilhaft wäre, wenn die beiden Gummipuffer durch Federn ersetzt würden.

- Die Aufgabenstellungen sind ausschließlich mit EPA-Operatoren formuliert.

Aufgabe 1 – Anforderungen der EPA

- Alle vier Kompetenzbereiche sind abgedeckt.
- Schwerpunkt liegt auf den Fachkenntnissen und den Fachmethoden.
- Aufgabe erstreckt sich auf alle drei Anforderungsbereiche.
- Schwerpunkt liegt im Anforderungsbereich II.
- Anforderungsbereich I ist im höheren Maße abgedeckt als Anforderungsbereich III.
- Die Aufgabe berücksichtigt mehrere Sachgebiete.
- Die Empfehlung zur Vernetzung der Aufgabenteile ist in den Aufgabenteilen a), b) und c) erfüllt.
- Die Empfehlung zu offenen Aufgabenstellungen ist in den Aufgabenteilen c) und d) berücksichtigt.
- Die Teilaufgaben sind unabhängig voneinander.
- Die Aufgabenstellungen sind ausschließlich mit EPA-Operatoren formuliert.

Musteraufgaben – Besonderheiten & Neuerungen

Musteraufgaben – Neuerungen

Fachkenntnisse	Aufgaben
Entropie, Entropieerzeugung, $\Delta E = T \cdot \Delta S$	1b, 2, 3, 4
Impuls, Impulserhaltung	6, 12
Drehimpuls und Drehimpulserhaltung (qualitativ)	6
Maxwell-Theorie (verbale Formulierung, Induktion quantitativ)	15
Analogien: Strom-Antrieb-Konzept oder zumindest einen Vergleich analoger Systeme	2, 19
typische Merkmale der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise	1d, 14
zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten	1d

Musteraufgaben – Neuerungen

Fachkenntnisse	Aufgaben
Entnehmen von Informationen aus komplexeren Texten	1d, 10
Entnehmen von Informationen aus komplexeren Diagrammen, Graphen, ...	8, 9, 16, 18
Diode als richtungsabhängiger Widerstand	1c, 8, 15, 17

Musteraufgaben – Neuerungen

Fachmethoden	Aufgaben
unbekannte Analogien erkennen bzw. nutzen	2, 6, 19
unbekannte Formeln anwenden bzw. interpretieren	3, 4, 6, 7, 17
Überprüfung von Hypothesen	5, 14
Planung, Durchführung, Auswertung von Experimenten, Messwerterfassung Freiheit bezüglich des experimentellen Aufbaus	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Musteraufgaben – Neuerungen

Kommunikation	Aufgaben
fachsprachliche Formulierung von Umgangssprache	1c, 2
Darstellung physikalischer Sachverhalte (verbal, grafisch)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Textarbeit: analysieren komplexer Texte und Darstellung der daraus gewonnenen Erkenntnisse	1d, 10

Musteraufgaben – Neuerungen

Reflexion	Aufgaben
Alltagsbezug physikalischer Phänomene	1a, 1c, 3, 7, 12, 13, 15, 16, 17
Einnehmen einer physikalischen Perspektive	1a, 1c, 3, 7, 12, 13, 15, 16, 17, 18
historische Bezüge darstellen, einordnen bzw. reflektieren	1d, 10

Fortbildung

Wie sieht die Fortbildung in der Fläche aus?

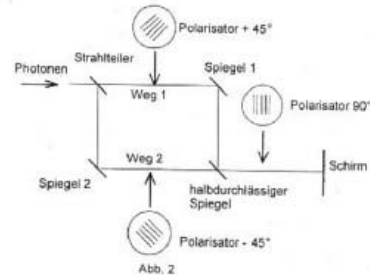
- Vortrag wie gesehen
 - nur ein Teil der Folien
 - manche Folien sind Hintergrundinformationen für FB
 - manche Folien sind bekannt (je nach Fortbildung zur Sek I)
- 1. Vertiefungsmöglichkeit
 - Besprechen besonderer Aufgaben im Plenum
- 2. Vertiefungsmöglichkeit
 - Schülerlösungen korrigieren

Vertiefungsmöglichkeit – Schülerlösungen korrigieren

Physik-Abitur 2006 – Aufgabe II d

Photonen einer monochromatischen Lichtquelle stehen zwei Wege zur Verfügung, die über einen Strahlteiler, je einen Spiegel und einen halbdurchlässigen Spiegel auf den gleichen Schirm führen (siehe Abb. 2). Auf dem Schirm sind Interferenzen beobachtbar.

- In die beiden Wege werden nun Polarisatoren geschoben, deren Ebenen um $+45^\circ$ und -45° gegen die Horizontale gedreht sind. Beschreiben und begründen Sie die Wirkung auf das Schirmbild.
- Ein dritter Polarisator, dessen Ebene um 90° gegen die Horizontale gedreht ist, wird in den gemeinsamen Weg vor dem Schirm gebracht. Beschreiben und begründen Sie die Wirkung.



(8 VP)

Offizielle Lösungshinweise

Ohne Polarisatoren. Sind *keine* Polarisatoren in der Anordnung, sind die beiden Wege nicht unterscheidbar: es gibt keine Information darüber, wie die Photonen zum Zielpunkt kommen. Daher erhält man eine Interferenz auf dem Schirm.

Mit Polarisatoren mit $+45^\circ$ und -45° . Mit den Polarisatoren werden die beiden Wege unterscheidbar. Man beobachtet nun keine Interferenz mehr. Die Photonen verhalten sich wie Teilchen.

Mit zusätzlichem dritten Polarisator mit 90° . Hinter dem dritten Polarisator mit 90° haben wieder alle Photonen, die ihn passieren, die gleiche Polarisationsrichtung. Damit wird wieder nicht mehr unterscheidbar, ob sie vorher den Weg 1 oder den Weg 2 genommen haben. Nun wird wieder Interferenz beobachtet.

Operatorendefinitionen aus den EPA

beschreiben: Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben

begründen/zeigen: Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen

Aufgabe II d – Schülerlösung 1'

Das Interferenzbild auf dem Schirm verschwindet. Licht ist eine elektromagnetische Welle. Trifft es auf den Polarisationsfilter kommt nur der Anteil nicht durch, dessen E-Vektor senkrecht zum Filter steht. Hat man einen um $+45^\circ$ und einen um -45° verdrehten Polarisationsfilter, kommen jeweils unterschiedlich polarisierte Wellen am Schirm an. Man könnte jetzt feststellen welchen Weg das Licht genommen hat. Betrachtet man die Teilcheneigenschaft von Licht, könnte man sagen, woher das jeweilige Photon kam.

Der Weg eines Photons von einem Punkt P_1 zu einem Punkt P_2 ist aber unbestimmt. Könnte man den Weg bestimmen, wie hier durch die Polarisationsfilter, gibt es keine Interferenz mehr.

Wird ein dritter Polarisationsfilter vor den Schirm gebracht gibt es wieder Interferenz. Von beiden möglichen Wegen des Lichts kommt nur der Anteil Licht durch, dessen $\vec{E}$ -Vektoren senkrecht zum Filter stehen. Der Weg des Lichts ist wieder unbestimmt und es gibt wieder Interferenz.

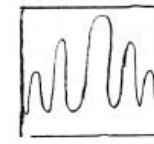
Raum für Korrekturen

Aufgabe II d – Schülerlösung 2

Auf dem ersten Weg gelangen nur Photonen hindurch, die um $+45^\circ$ „gedreht“ wurden. Auf dem zweiten Weg dient der Polarisator dazu um die Photonen in die andere Richtung um -45° zu drehen. Weiß man nun, welchen Weg die Photonen „gegangen“ sind, so ergibt sich auf dem Schirm kein Interferenzbild, es entsteht ein verwaschenes Bild:



Ein dritter Polarisator, der die um 90° gegen die Horizontale gedreht ist, wird auf den gemeinsame Weg vor dem Schirm angebracht. Nun ist nicht mehr klar aus welchen der beiden Wege die Photonen gewählt haben. Aus diesem Grund entsteht auf dem Schirm ein typisches Interferenzbild mit Maxima und Minima.



Raum für Korrekturen

* Vielen Dank an Wolfgang Zeh, der die Schülerantworten zur Verfügung gestellt hat.

Vertiefungsmöglichkeit – Schülerlösungen korrigieren

Lange Version:

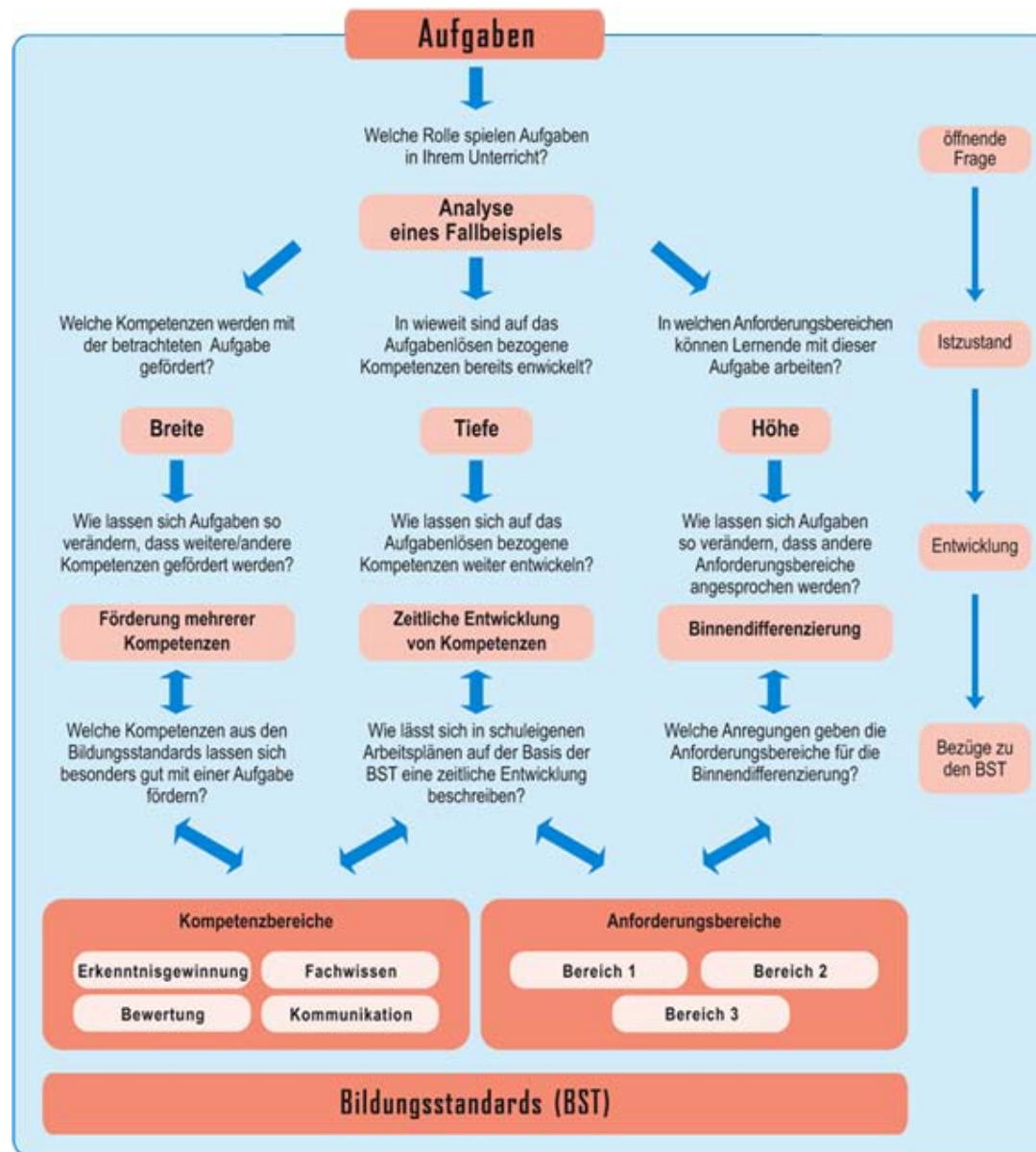
- Besprechung
 - EPA-Operatoren
 - EPA-Matrix
 - EPA-Anforderungsbereiche
- Einteilen der Teilnehmer in Gruppen
- Austeilen der Aufgaben
- Jede Gruppe ordnet die Aufgabe mit Hilfe der EPA-Kompetenzen in die EPA-Matrix ein.
- Jeder Teilnehmer erstellt sich eine eigene Punkteverteilung.
- Jeder Teilnehmer bekommt 1 bis 3 Schülerlösungen, korrigiert diese und bewertet sie mit Punkten.
- Jede Gruppe vergleicht Ergebnisse und diskutieren Abweichungen.
- Im Plenum stellt jede Gruppe besonders interessante Abweichungen und Diskussionsergebnisse vor.

Kurze Version:

- Einteilen der Teilnehmer in Gruppen
- Austeilen der Aufgaben
- Jeder Teilnehmer erstellt sich eine eigene Punkteverteilung.
- Jeder Teilnehmer bekommt 1 bis 3 Schülerlösungen, korrigiert diese und bewertet sie mit Punkten.
- Jede Gruppe vergleicht Ergebnisse und diskutieren Abweichungen.
- Im Plenum stellt jede Gruppe besonders interessante Abweichungen und Diskussionsergebnisse vor.

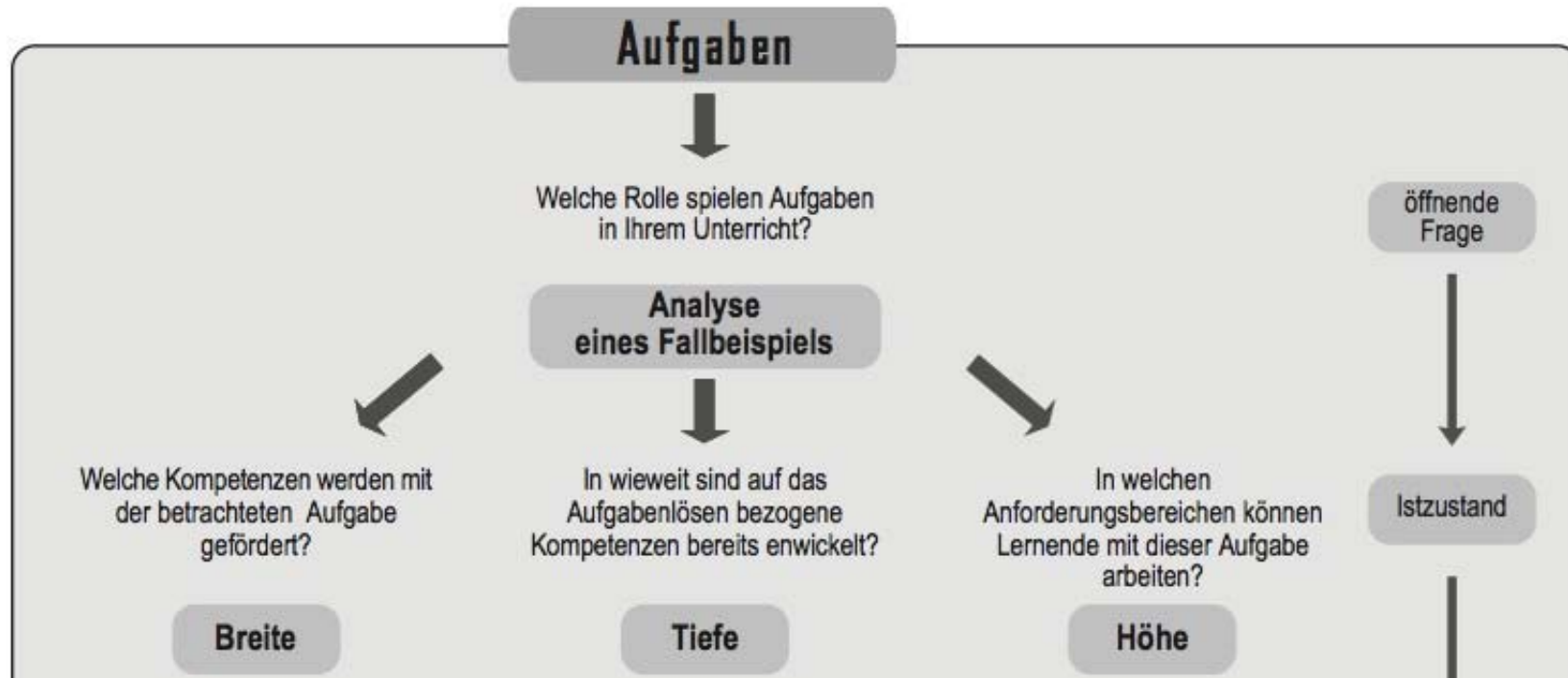
Idee – Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Verbesserung der Aufgabenkultur

Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Aufgabenkultur



Quelle der Planungslandkarte: Projekt for.mat, 2009, www.kmk-format.de

Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Aufgabenkultur



- Welche Rolle spielen Aufgaben in Ihrem Unterricht?
- Analyse eines Fallbeispiels hinsichtlich
 - Breite, Tiefe, Höhe

Quelle der Planungslandkarte und der Definitionen: Projekt for.mat, 2009, www.kmk-format.de

Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Aufgabenkultur

Breite

- Welche Kompetenzen werden mit der betrachteten Aufgabe gefördert?
- Wie lassen sich Aufgaben so verändern, dass weitere/andere Kompetenzen gefördert werden?
- Welche Kompetenzen aus den Bildungsstandards lassen sich besonders gut mit einer Aufgabe fördern?



Quelle der Planungslandkarte und der Definitionen: Projekt for.mat, 2009, www.kmk-format.de

Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Aufgabenkultur

Tiefe

- In wie weit sind auf das Aufgabenlösen bezogene Kompetenzen bereits entwickelt?
- Wie lassen sich auf das Aufgabenlösen bezogene Kompetenzen weiter entwickeln?
- Wie lässt sich in schuleigenen Arbeitsplänen auf der Basis der Bildungsstandards eine zeitliche Entwicklung beschreiben?



Quelle der Planungslandkarte und der Definitionen: Projekt for.mat, 2009, www.kmk-format.de

Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Aufgabenkultur

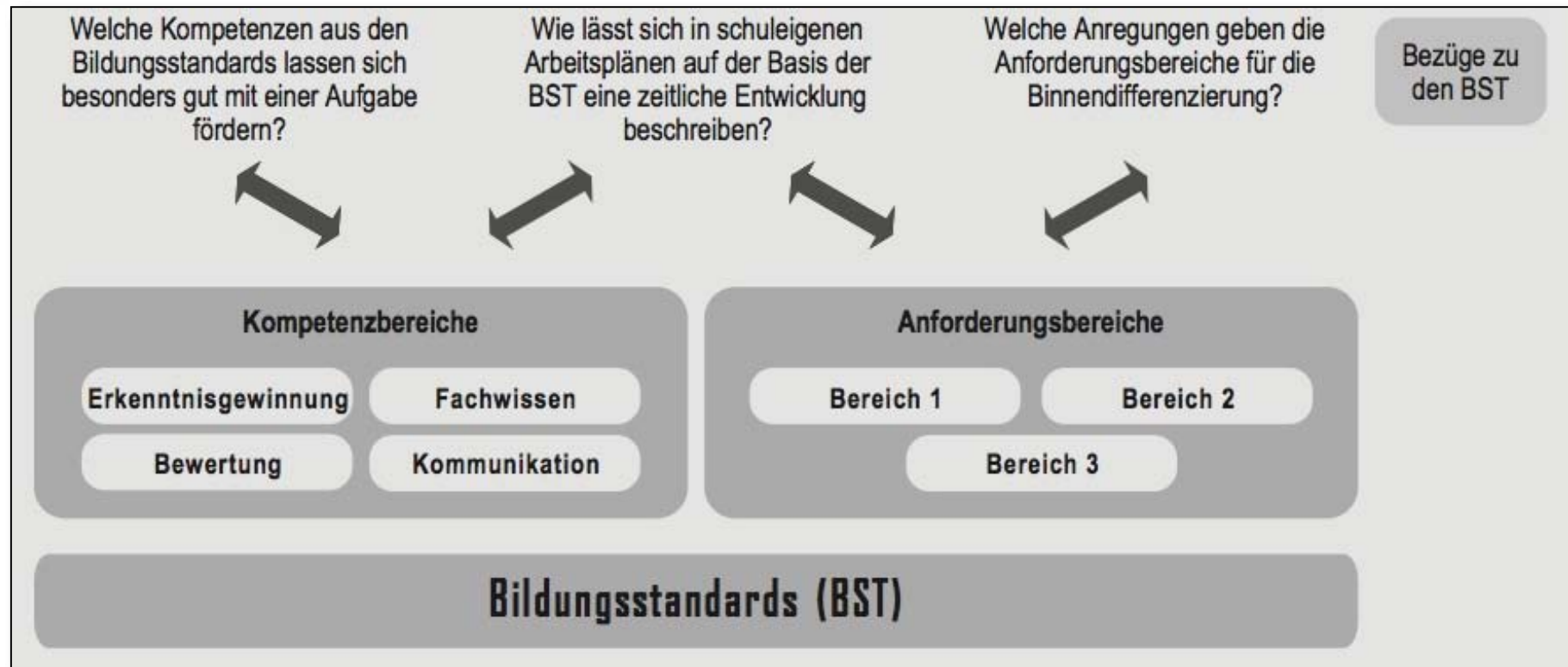
Höhe

- In welchen Anforderungsbereichen können Lernende mit dieser Aufgabe arbeiten?
- Wie lassen sich Aufgaben so verändern, dass andere Anforderungsbereiche angesprochen werden?
- Welche Anregungen geben die Anforderungsbereiche für die Binnendifferenzierung?



Quelle der Planungslandkarte und der Definitionen: Projekt for.mat, 2009, www.kmk-format.de

Nachhaltige Fachschaftsarbeit zur Aufgabenkultur



Quelle der Planungslandkarte und der Definitionen: Projekt for.mat, 2009, www.kmk-format.de