

# Leitfaden zur Erstellung kompetenzorientierter Klausuren aus Physik

## Vorschlag des AECC Physik

Martin Hopf, Marianne Korner und Susanne Neumann

Dieser Leitfaden ist als Konkretisierung des §20 der RPVO aus dem BGBl. II, ausgegeben am 30. Mai 2012 – Nr. 174 für die schriftliche Physikmatura in der AHS gedacht.

Die Klausurarbeit aus Physik stellt eine nicht-standardisierte, kompetenzorientierte Prüfung dar. Es wird nach der RPVO empfohlen, mindestens eine praxisorientierte oder experimentelle Aufgabe zu stellen.

### Kompetenzorientierung

Für die Klausur ist das Kompetenzmodell für den Physikunterricht der Oberstufe zugrunde zu legen<sup>1</sup>. Es beinhaltet neben der Inhalts- und Niveaudimension die folgenden Handlungsdimensionen:

- W: Innerphysikalisches Fachwissen
- E: Erkenntnisgewinnung in der Physik (der Prozess, in dem physikalisches Fachwissen generiert wird, also z.B. durch Experimentieren, Modellieren usw.)
- S: Über innerphysikalische Zusammenhänge hinausgehende Aspekte (Physik und Gesellschaft, Physik und Biologie, Physik und Sport, Physik und Arbeitswelt usw.).

Jede Klausur soll überprüfen, ob die Schülerinnen und Schüler hinreichende Kompetenzen in allen der drei Handlungsdimensionen W, E und S erworben haben. Daher muss jede der drei Handlungsdimensionen mindestens 25 % der Gesamtpunkte umfassen.

In der Disposition und im Punkteschlüssel sind diese Handlungsdimensionen explizit auszuweisen. Das bedeutet, dass Aufgabenstellungen nicht alleine Berechnungen beinhalten können. Aspekte der Handlungsdimension E sind am besten durch praktische und experimentelle Aufgaben abzudecken.

### Aufgabenstellungen

- Die Arbeitszeit beträgt 270 Minuten.
- Es sind 3 oder 4 voneinander unabhängige Aufgaben zu stellen, die angemessen strukturiert sind.
- Die Aufgaben haben eindeutige Arbeitsaufträge (Handlungsaufforderungen) zu enthalten.
- Die Aufgaben dürfen im Unterricht nicht so weit vorbereitet worden sein, dass ihre Bearbeitung keine selbstständige Leistung erfordert.

---

<sup>1</sup> Nachzulesen in: Hopf, M. et al. (2012). Die kompetenzorientierte Reifeprüfung aus Physik. BMUKK. Wien [https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung\\_ahs\\_lfph.pdf](https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfph.pdf), 17.12.2014

- Die Aufgaben sollen unterschiedliche Themenbereiche mit kompetenzorientierten Teilaufgaben entsprechend des Lehrplans der Oberstufe abdecken.
- Nach Möglichkeit sollen die Aufgaben auch experimentell zu lösende Komponenten beinhalten. Dazu können auch Messwerte vorgegeben werden, die im Zuge der Lösung ausgewertet, dargestellt oder interpretiert werden sollen. Im Falle einer fehlerhaften oder ungelösten praktischen Teilaufgabe sind fiktive Messergebnisse anzugeben, damit ein allenfalls geforderter theoretischer Teil trotzdem behandelt werden kann.

## Beilagen

- Disposition – Ausarbeitung der Lösungserwartung einschließlich einer Kennzeichnung der angesprochenen Handlungsdimensionen.
- Angaben zu den erlaubten, bzw. zur Verfügung gestellten Hilfsmitteln.
- Liste der zur Verfügung gestellten Materialien im Falle einer praktischen Aufgabe.

## Beurteilung

- Entsprechend der Vielfalt an Teilkompetenzen ist ein Beurteilungsschlüssel mit offener Maximalpunktzahl zu verwenden, der folgender Strukturierung genügen soll:

Sehr gut	$87,5 \% \leq \text{Punktezah} \leq 100 \% \text{ der Gesamtpunktzahl}$
Gut	$75 \leq \text{Punktezah} < 87,5 \% \text{ der Gesamtpunktzahl}$
Befriedigend	$62,5 \leq \text{Punktezah} < 75 \% \text{ der Gesamtpunktzahl}$
Genügend	$50 \leq \text{Punktezah} < 62,5 \% \text{ der Gesamtpunktzahl}$
Nicht genügend	$< 50 \% \text{ der Gesamtpunktzahl}$

- Aufgaben, wie auch Teilaufgaben sind durch Punkte zu gewichten. Für jede Teilaufgabe ist die Handlungsdimension (W, E und S) mit dazugehöriger Punktezah auszuweisen (W... mind. 25%, E... mind. 25%, S... mind. 25% der jeweiligen Gesamtpunkteanzahl).
- Punkte sind gewöhnlich zu addieren. Insbesondere ist es ist nicht vorgesehen, dass für eine positive Beurteilung jede der drei Handlungsdimensionen positiv sein muss.

Im Hinblick auf eine optimale Vorbereitung der Schüler/innen auf die kompetenzorientierte Klausur aus Physik wird dringend empfohlen, diese Kriterien schon bei den Schularbeiten in der 7. und 8. Klasse anzuwenden.

## Beispielaufgabe 1

<p style="text-align: center;"><b>Wasser ist etwas Besonderes</b></p>	<p>Handlung- dimension (Punkte)</p>
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 45%; margin-bottom: 10px;"> <p>Obwohl es draußen weit über 30°C hat, ist das Wasser in meinem Pool noch angenehm kühl.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 45%; margin-bottom: 10px;"> <p>Ab dem 21. Dezember werden die Tage wieder länger. Trotzdem kommt dann erst der richtige Winter.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 45%;"> <p>Als Wärmespeicher in Heizungen oder Solarkraftwerken wird oft einfach nur normales Wasser verwendet.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 45%;"> <p>Warmes Wasser zu sparen ist eine viel effizientere Energiesparmaßnahme als z.B. das Licht auszuschalten.</p> </div> </div>	
<p>a) Alle vier Aussagen haben das gleiche physikalische Phänomen als Grundlage. Erkläre, was man unter dem Begriff „Spezifische Wärmekapazität“ versteht. Erläutere den Zusammenhang zwischen diesem Begriff und den obigen Aussagen.</p>	<p style="color: blue;">W (2P + 4P)</p>
<p>b) Plane ein Experiment, mit dem du die spezifische Wärmekapazität von Wasser bestimmen kannst. Erstelle eine Liste der benötigten Materialien, fertige eine Skizze an und erstelle Instruktionen, um das Experiment durchzuführen und auszuwerten. Gehe auch auf Ungenauigkeiten ein, die bei deinem Experiment auftreten könnten und erlautere, wie du dein Experiment dahingehend noch verbessern könntest.</p>	<p style="color: green;">E (6P + 2P)</p>
<p>c) Ein Wasserkocher (<math>P = 1800 \text{ W}</math>) benötigt zum Erwärmen von 1 Liter Wasser zwei Minuten. Berechne seinen Wirkungsgrad.</p>	<p style="color: blue;">W (4P)</p>
<p>d) Vergleiche diesen Wirkungsgrad mit den anderen in der Tabelle und entscheide: Welches Gerät würdest du im Alltag zum Erwärmen von Getränken und Speisen nehmen? Gib drei Argumente an, die für den Einsatz des einen oder anderen Gerätes sprechen. Gib bei jedem Argument an, ob es sich um ein naturwissenschaftliches oder ein nicht naturwissenschaftliches</p>	<p style="color: red;">S (6P)</p>

Argument handelt.				
<b>Menge</b>	$\eta_{\text{Wasserkocher}}$	$\eta_{\text{Mikrowellenherd}}$	$\eta_{\text{Elektroherd}}$	
250 ml	<b>57 %</b>	<b>45 %</b>	<b>28 %</b>	
500 ml	<b>76 %</b>	<b>45 %</b>	<b>45 %</b>	
1000 ml		<b>50 %</b>	<b>53 %</b>	
<b>Materialien:</b> <i>Formelsammlung, Taschenrechner</i>				

Hinweis: Bei dieser Aufgabe kann man insgesamt 24 Punkte erreichen.

Teilbereich W: 10/24 = 42 %

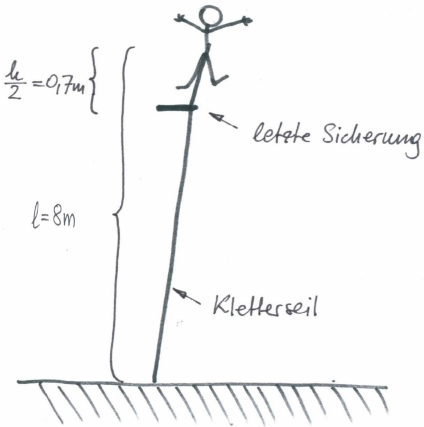
Teilbereich E: 8/24 = 33 %

Teilbereich S: 6/24 = 25 %

(Teilaufgabe d basiert auf einer Aufgabe von R. Binder aus dem Leitfaden für die mündliche Matura).

## Beispielaufgabe 2

<b>Federkräfte</b>	Handlung- dimension (Punkte)
<p>a) Das Federkraftgesetz (Hookesches Gesetz) basiert, wie alle Gesetze in den Naturwissenschaften, auf wesentlichen Modellannahmen. Annahmen sind in der Physik sinnvoll und notwendig, weil sie dazu beitragen, komplexe Vorgänge auf einige wesentliche Aspekte zu reduzieren und somit einfacher und handhabbarer zu machen.</p> <p>Nenne die grundlegendste Annahme des Federkraftgesetzes und diskutiere die Grenzen, in denen das Gesetz sinnvolle Aussagen macht.</p>	<p>E (2 P)</p>
<p>b) Entwirf einen Versuchsaufbau, mit dem du unter Zuhilfenahme des Hookeschen Gesetzes die Federkonstante für die beiliegende Feder bestimmen kannst und führe die Messungen durch. Bestimme mit Hilfe deiner gemessenen Werte die Federkonstante.</p> <p>Dokumentiere den Versuchsaufbau (Skizze!), die verwendeten Variablen, die durchgeführten Messungen und die nötigen Rechnungen um die Federkonstante genau zu bestimmen.</p> <p>Diskutiere, welche Umstände Einfluss auf deine Messgenauigkeit haben können und wie man diese verbessern könnte.</p> <p><i>Die <b>Materialbox</b> beinhaltet: Stativmaterial, Maßband, Geodreieck, 2 unterschiedliche Federn, Schlitzgewichte (Massestücke), Halterung, Faden,</i></p>	<p>E (7 P)</p>

Klebeband, Filzstift	
<p>c) Fertige mit den Daten der durchgeführten Messungen ein Diagramm an, aus dem man die Federkonstanten ablesen kann.            Erkläre deine Vorgangsweise, gib den abgelesenen Wert an und vergleiche mit dem berechneten Wert der Federkonstante.            [Falls keine auswertbaren Messdaten zur Verfügung stehen, skizziere ein beliebiges Diagramm und gib auf Basis dessen eine Federkonstante an.]</p> <p><i>Beilage 1: Millimeterpapier / alternatives Hilfsmittel:            Tabellenkalkulationsprogramm am PC</i></p>	<p>E (2 P)</p>
<p>d) Eine 80 kg schwere Person klettert in einer Kletterhalle. Sie benutzt ein genormtes Kletterseil mit einer Gesamtlänge von 8 m. Als sie sich 0,7 m über der letzten Sicherung befindet, stürzt sie und fällt dabei ins Kletterseil. Die Fallstrecke beträgt bei diesem Sturz 1,4 m, das Seil dehnt sich dabei um 11 %.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibe den Ablauf der Bewegung vom Beginn des Fallens bis zum Stillstand. (1P)</li> <li>• Berechne die maximale Fallgeschwindigkeit. (1 P)</li> <li>• Berechne die Seildehnung in Metern. (1 P)</li> <li>• Berechne aus diesen Ergebnissen die mittlere Beschleunigung, die während des Abbremsens wirkt. (1 P)</li> <li>• Berechne die Kraft, die beim Auffangen des Sturzes wirkt und vergleiche sie mit der höchst zulässigen Belastung für ein solches Seil von 8,1 kN. (2 P)</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>W (6 P)</p>
<p>e) Markus wundert sich, warum Kletterseile aus Kunststoff sind, da der kann ja reißen<sup>2</sup> kann. Deswegen schlägt er vor, Seile aus Stahl zu benutzen, die mehr Belastung aushalten. Marion ist strikt dagegen. Sie argumentiert, dass sich im Fall eines Sturzes, wie in Aufgabe d),</p>	<p>S (6 P)</p>

<sup>2</sup> Zugegebener Maßen kommen Seilrisse extrem selten vor, in Österreich und Deutschland zusammen nur etwa zwei pro Jahr und dann auch nur, wenn das Seil bei einem Sturz über scharfkantigen Felsen rutscht.

<p>ein typisches Stahlseil nur um etwa 0,1 mm dehnen würde.</p> <p>Beschreibe die Konsequenzen für den Kletterer bei einem Sturz in ein solches Seil und vergleiche diesen Sturz mit jenem aus Aufgabe d). Diskutiere weitere Vor- und Nachteile der beiden Seilarten. Begründe deine Aussagen auf Basis physikalischer Argumente und gib eine Empfehlung für entweder das Kunststoffseil oder das Stahlseil ab.</p>	
<p><b>Hilfsmittel:</b>  <i>Formelsammlung, Taschenrechner / eventuell weitergehende technologische Hilfsmittel (PC mit Tabellenkalkulationsprogramm)</i></p>	

Hinweis: Bei dieser Aufgabe kann man insgesamt 23 Punkte erreichen.

Teilbereich W: 6/23 = 26 %

Teilbereich E: 11/23 = 48 %

Teilbereich S: 6/23 = 26 %