

Kompetenzorientierte Aufgaben für die schriftliche Reifeprüfung in Physik

Eine mögliche Annäherung an Hand von zwei unterschiedlichen Inhaltsbereichen

Ronald Binder und Thomas Plotz

Durch die Änderung der Reifeprüfungsverordnung stehen Physiklehrkräfte seit einigen Jahren in der Verantwortung und Pflicht, kompetenzorientierte Aufgaben für den schriftlichen Teil der Reifeprüfung zu entwickeln. Die entsprechende Verordnung [1] liefert hier den verpflichtenden Rahmen. Die konkrete Aufgabenerstellung ist bundesweit jedoch nicht einheitlich geregelt, was große Unterschiede in der Art der Umsetzung zur Folge hat. In diesem Beitrag werden zwei mögliche Aufgaben präsentiert und diskutiert. Zunächst werden aber die allgemeinen Rahmenbedingungen für die schriftliche Reifeprüfung ausgehend von den gesetzlichen Vorgaben analysiert und besprochen.

Eine Aufgabenstellung im Rahmen der kompetenzorientierten Reifeprüfung muss natürlich aus dem Lehrplan abgeleitet und in diesem verortbar sein. Gefordert ist zudem die Verknüpfung der Inhaltsdimension mit der Handlungsdimension auf einem bestimmten Anforderungsniveau. Die Handlungsdimension des Kompetenzmodells Naturwissenschaften (siehe dazu auch [2]) bildet die Basis für das Formulieren der Aufgabenstellungen von Schularbeiten und der Klausuraufgaben im Fach Physik. Dieses Modell bezieht sich auf die Grundlagen naturwissenschaftlichen Forschens und die Anwendung von Forschungsergebnissen. Es umfasst die Bereiche „Fachwissen organisieren und kommunizieren“ (W), „Experimentieren und Erkenntnisse gewinnen“ (E) und „Standpunkte begründen und naturwissenschaftlich bewerten“ (S). Bei der Erstellung der Aufgaben ist darauf zu achten, dass sich die Anforderungen an die Kandidatinnen und Kandidaten nicht nur auf einen der drei Bereiche beschränken. Im Rahmen ihrer Arbeiten sollen die Kandidatinnen und Kandidaten Kompetenzen möglichst aus allen drei der oben genannten Bereiche unter Beweis stellen können. Das heißt wiederum nicht, dass in jeder Aufgabe alle drei Bereiche vorkommen müssen. Ein Übergewicht vor allem des Bereiches Fachwissen organisieren (W) ist zu vermeiden.

Die Auswahl der Aufgabenformate richtet sich nach dem Bereich der Handlungsdimensionen und den fachlichen Inhalten der jeweiligen (Teil)aufgabe. Dabei sind offene

Antwortformate, wie z. B. das Verfassen von erläuternden oder argumentierenden Texten, das grafische Darstellen von Abläufen und Zusammenhängen, das physikalische Rechnen oder das Skizzieren von Versuchsanordnungen ebenso möglich, wie gezielt eingesetzte einzelne Multiple-Choice-Aufgaben. Die Anforderungsniveaus (Komplexität) der Kompetenzen der drei Bereiche sind in zwei Stufen einzuteilen:

- Reproduktions- und Transferleistung
- Reflexion und Problemlösung

Bei der Aufgabenstellung ist auf klare und eindeutige Formulierung unter Verwendung von Operatoren zu achten. Die Aufgaben sollen den jeweils geforderten Kompetenzbereich, sowie das Anforderungsniveau ausweisen.

Der Physikunterricht der Oberstufe sollte einen wesentlichen Beitrag zum Bildungsbereich „Mensch und Gesellschaft“ liefern. Dazu gehört u. a. die Entwicklung einer rationalen Kritikfähigkeit bei gesellschaftlichen Problemen, wie z. B. der Mobilität. Diese ist ständiges Thema in den Tagesnachrichten und wird des Öfteren von Falschmeldungen geprägt. Der erste Teil der folgenden Aufgabenstellung zur Verkehrsphysik widmet sich genau diesem Thema und zeigt Möglichkeiten auf, wie Kandidatinnen und Kandidaten angeleitet werden können, Standpunkte aus naturwissenschaftlicher Sicht zu bewerten und eigene Standpunkte zu vertreten. Im zweiten Teil steht das Argumentieren mit physikalischen Modellen, das Interpretieren von Grafen und das Auswerten von Daten im Vordergrund.

Die zweite Aufgabe ist inhaltlich dem Themenkomplex der elektromagnetischen Strahlung zuzuordnen. Dabei steht vor allem der Transfer von Wissen auf einen aktuellen Kontext im Mittelpunkt. Zudem sollen die Schülerinnen und Schüler die Wirksamkeit und Sinnhaftigkeit von Strahlenschutzmaßnahmen beurteilen und bewerten.

Ronald Binder KPH Wien/Krems

Thomas Plotz AECC Physik, Universität Wien

Literatur

[1] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009735&FassungVom=1992-12-31>

[2] http://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/06/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf

Aufgabenstellung: Verkehrsphysik

- a) Herr Liedl schrieb folgenden Leserbrief zum Tagesthema „Tempo 160 auf Autobahnen“:

Angenommen, ein Auto A fährt mit 130 km/h und ein Auto B mit 160 km/h. Die Zeitersparnis für B beträgt auf 100 km ca. 8,5 Minuten. Da geht sich vielleicht gerade einmal eine WC-Pause aus. Andere Faktoren ändern sich jedoch viel dramatischer. Der Luftwiderstand steigt quadratisch mit der Geschwindigkeit. Damit verbraucht Auto B beinahe 50 % mehr Treibstoff als Auto A und man verbringt damit viel mehr Zeit beim Tanken. Zusätzlich zu berücksichtigen ist das Schneckentempo der LKWs. Durch eine größere Geschwindigkeitsdifferenz der Fahrzeuge steigt die Anzahl und die Intensität der Bremsmanöver und Staus sind vorprogrammiert. Die Bewegungsenergie und der Anhalteweg der PKWs ist außerdem bei 160 km/h ebenfalls 1,5 mal so groß wie bei 130 km/h. Somit werden bei einem Unfall Knautschzone, Gurt und Airbag bei dieser extremen Geschwindigkeit auch an ihre Grenzen stoßen. In Summe wird keine Zeitersparnis, aber dafür eine größere Anzahl von Unfällen und Schadstoffemissionen zu erwarten sein.

Überprüfe die Aussagen zur Zeitersparnis, dem Treibstoffverbrauch sowie der Bewegungsenergie und dem Anhalteweg im Leserbrief und beurteile ihre Richtigkeit. Stelle Pro und Kontra einer Erhöhung des Geschwindigkeitslimits auf 160 km/h gegenüber und verfasse eine kurze eigene Stellungnahme zu diesem Thema.

Kommentar: Im ersten Teil dieser Aufgabe geht es darum, mit Informationen aus dem Leserbrief umzugehen. Dazu muss das eigenen Fachwissen verwendet werden, um die Zahlen überprüfen zu können. Im zweiten Teil sollen die Informationen der Quelle aus naturwissenschaftlicher Sicht und aus anderen Blickwinkeln (z. B. ökonomisch, ökologisch, ethisch) persönlich reflektiert werden. Somit werden in Aufgabe 1a) sowohl W- als auch S-Kompetenzen überprüft.

- b) Die Fahrgastzellen neuer PKW- Modelle sind mittlerweile so stabil, dass sie selbst der enormen Belastung eines Crashtests mit 60 km/h standhalten. Mit dieser Entwicklung ist die Verringerung der Knautschzonen verbunden. Argumentiere physikalisch die Notwendigkeit von Knautschzonen. Beurteile die Sinnhaftigkeit von elastischen Stoßstangen bei Autos, ähnlich wie beim Autodrom in Vergnügungsparks.

Kommentar: Im b)-Teil sollen technische Entwicklungen kritisch betrachtet werden, wodurch S-Kompetenzen gefordert sind. Der Wegfall von Knautschzonen oder die Ergänzung von elastischen Stoßstangen müssen also mit physikalischen Argumenten in Hinblick auf den Sicherheitsaspekt für die Insassen diskutiert werden.

- c) Entnimm der Abbildung 1 die Zeit, die einer nicht angeschnallten Person bleibt, die Geschwindigkeit von 50 km/h bis zum Lenkrad abzufangen. Schätze, unter realistischer Annahme der Masse, die Kraft ab, die auf die Arme in dieser Zeit wirkt. Interpretiere den durchgezogenen Grafen der angeschnallten Person und schätze die Zeit ab, die einem Airbag bleibt, um sich voll aufzublasen.

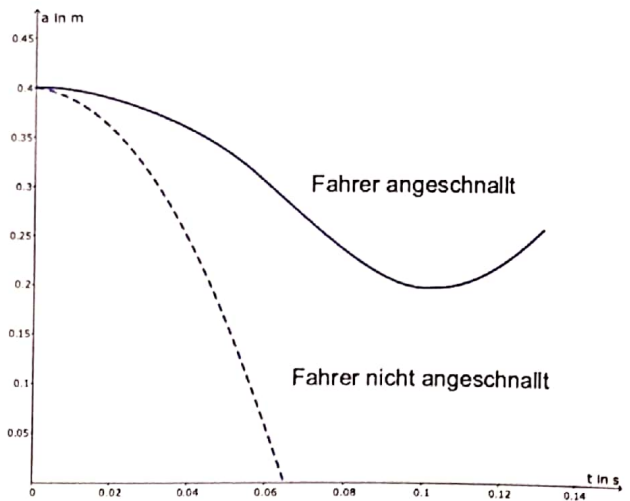


Abb. 1: Abstand a zwischen Fahrer und Lenker [Sarah Zloklikovits]

Kommentar: Vorgänge und Phänomene in Natur, Alltag und Technik in verschiedenen Formen (Bild, Grafik, Tabelle, Diagramm, formale Zusammenhänge, Modelle, ...) darstellen, erläutern und adressatengerecht kommunizieren sind Kompetenzen, die im W-Bereich des Kompetenzmodells explizit angeführt sind.

- d) Die folgende Tabelle beinhaltet Ausschnitte der Messergebnisse eines Beschleunigungssensors, der in einem Auto während der Fahrt im Fahrtechnikzentrum auf einer kreisförmigen Straße mit ca. 25 m Radius waagrecht montiert wurde.



Abb. 2: Kurvenfahrt [Ronald Binder]

Die positive x-Richtung des Sensors zeigt dabei in Fahrtrichtung, die positive y-Richtung in Richtung des Kurvenmittelpunktes und die positive z-Richtung nach unten. Der Sensor zeichnete die Beschleunigungen a_x , a_y und a_z in den 3 Richtungen des Raumes sowie den Betrag des Beschleunigungsvektors $\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$ auf.

Tab. 1: Beschleunigungswerte [Manfred Loehr]

Zeit (s)	Beschleunigung, X (m/s ²)	Beschleunigung, Y (m/s ²)	Beschleunigung, Z (m/s ²)	Beschleunigung, Betrag (m/s ²)
12	-0,3	-4,5	9,4	10,4
12,05	-0,1	-4,5	9,8	10,8
12,1	0,1	-4,9	9,7	10,8
12,15	0,1	-4,5	9,4	10,4

12,2	0,2	-4,4	9,7	10,7
12,25	0,2	-4,4	10,1	11,1
12,3	0,1	-4,4	9,5	10,5
12,35	0,2	-4,5	9,6	10,6
12,4	0,2	-4,7	10,2	11,2
12,45	0,3	-4,7	9,4	10,5
12,5	0,3	-4,5	9,7	10,7
12,55	0,2	-4,8	10,2	11,3
12,6	0	-4,6	10,2	11,2
12,65	0	-4,6	9,5	10,5
12,7	0,1	-5	9,8	11
12,75	0,4	-5,2	9,7	11
12,8	0,4	-4,6	9,7	10,8
12,85	0,2	-4,5	10	10,9
12,9	0,2	-4	9,4	10,2
12,95	0,2	-4,5	9,8	10,8
13	0	-4,7	10	11

Begründe die gerundeten Durchschnittswerte der Beschleunigung in x- und in z-Richtung. Berechne das arithmetische Mittel der Werte in y-Richtung und ermittle damit die Geschwindigkeit des Autos.

Kommentar: Diese Aufgabe zeigt die Möglichkeit auf, Daten auszuwerten, die nicht während der Prüfungszeit aufgenommen werden. Diese Daten sollen durch mathematische und physikalische Modelle abgebildet und interpretiert werden, wodurch bei dieser Teilaufgabe E-Kompetenzen überprüft werden sollen.

Aufgabenstellung Elektromagnetische Strahlung

a) In einer großen österreichischen Tageszeitung fand sich vor kurzem folgender Beitrag.

Totale Vernetzung – Elektromog als ständiger Begleiter

In unserem beruflichen Leben sind PC, Laptop und Mobiltelefon nicht mehr wegzudenken. Sie erleichtern die Arbeit und helfen bei der Vernetzung mit anderen.

Die Auswirkungen dieser Entwicklung sind für den Menschen nicht unerheblich. Die von den Geräten erzeugten elektromagnetischen Felder (EMF) sind unumstritten. So fühlen sich viele durch Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen und Stress belastet und krank. Die Umsetzung der EU-Richtlinie „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz“ ab erstem Juni zeugt davon, dass auch die Politik die Problematik erkannt hat.

Doch auch in den Häusern und Wohnungen ist Strahlung allgegenwärtig. Vor allem Kinder und Jugendliche sind durch den Einsatz von WLAN-Routern belastet. Diese Geräte sind meist mit mehreren Mobiltelefonen, Tablets und Laptops verbunden und versorgen diese mit einem Zugang zum Internet. Um die Belastung zu verringern sollten diese Geräte nicht im Kinderzimmer angebracht werden. Auch das Babyphon nutzt EMF und sollte daher so weit als möglich von den Babys entfernt stehen.

Ein neuer Chip der Firma WAVEX soll vor der Strahlung schützen indem die Felder verändert werden.

In Abbildung 1 finden sich verschiedene Frequenzen und deren Anwendungen. Gib die möglichen Frequenzen der im Artikel angegebenen Strahlungen an und ordne diese einem Strahlungsbereich im Spektrum (Abbildung 2) zu.

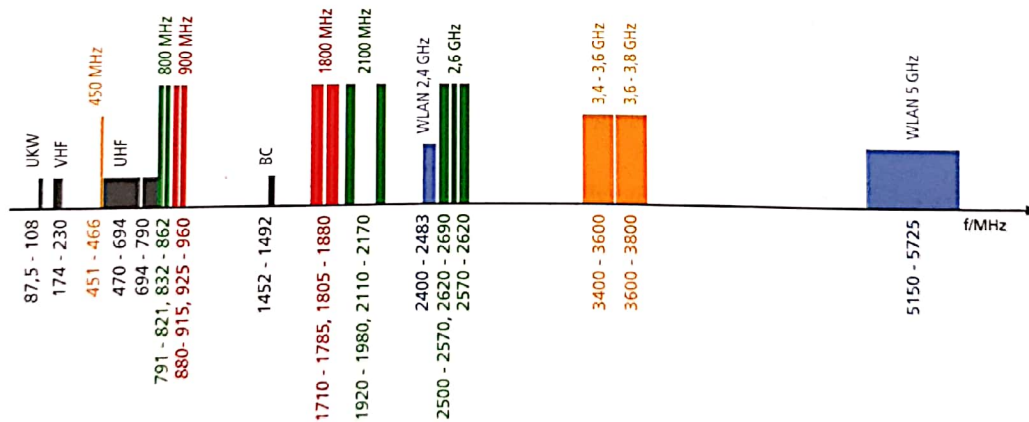


Abbildung 1: Übersicht der technischen Frequenzen in Österreich. (Quelle RTR-GmbH CC BY 4.0)

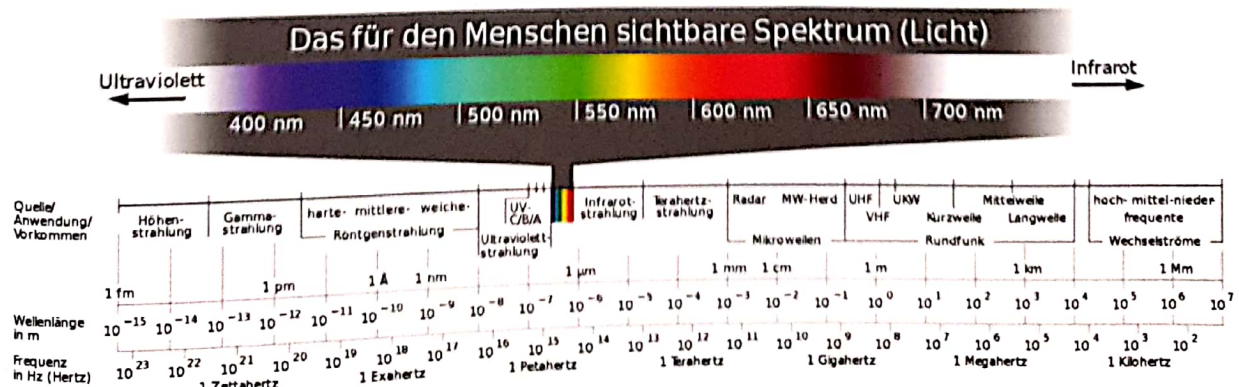


Abbildung 2: Elektromagnetisches Spektrum (Quelle: Horst Frank / Phrood / Anony CC BY-SA 3.0)

- b) Elektromagnetische Strahlung transportiert immer Energie. Die Menge der Energie ist dabei direkt von der Frequenz der Strahlung abhängig ($E=h \cdot f$ mit $h= 6,626 \cdot 10^{-34} \text{Js}$). Berechne die Energie die bei einem WLAN-Router pro Photon transportiert wird und vergleiche diese mit der Energie von sichtbarem blauen Licht.
- c) Schätze auf Grund der Ergebnisse von b) die Gefahr von „WLAN-Strahlung“ ein und begründe deine Einschätzung physikalisch. Bringe diese Einschätzung in die Form eines kurzen Leserbriefes an die Zeitung von Aufgabe a).

Kommentar: Aufgabe b) und c) adressieren den Bereich W und stellen eine Erweiterung von Aufgabe a) dar.

- d) Mahmed und Alicia führen im Unterricht folgendes Experiment durch. Sie geben eines ihrer Handys in verschiedene Behälter und versuchen dieses anzurufen. Sie erhalten folgende Ergebnisse:

Material	Behälter offen oder geschlossen	Handy läutet
Eisentopf mit Eisendeckel	geschlossen	nein
Eisentopf mit Eisendeckel	offen	ja
Aluminiumschachtel	offen	ja
Kartonschachtel	geschlossen	ja
Keramiktopf	geschlossen	nein
Aluminiumschachtel	geschlossen	nein
Tonbehälter	geschlossen	ja

Variante 1:

Wenn dies möglich ist, so wird Strahlung durchgelassen. Schlägt der Anruf fehl, so ist dies ein Hinweis, dass das Material Strahlung blockiert.

Welchen Schluss würdest du aus den Ergebnissen schließen?

Variante 2:

Formuliere aus den Ergebnissen eine Hypothese, welche erklärt, warum das Handy manchmal läutet und manchmal nicht. Erkläre darüberhinaus, wovon das Ergebnis des Versuches abhängen kann.

Kommentar: In dieser Teilaufgabe liegt der Schwerpunkt in der Interpretation der Daten aus dem Versuch. Die Schülerinnen und Schüler müssen aus den Daten eine Interpretation ziehen und sollten diese begründen können. Bezogen auf das Kompetenzmodell erfüllt dies in diesem Inhaltsbereich E4.

- e) In den letzten Jahren häufen sich Produkte, die angeben, dass sie vor schädlicher Strahlung schützen sollen. Meist handelt es sich um kleine Aufkleber, aber auch Decken oder Matratzenunterlagen sollen vor Strahlung im Schlaf schützen. Argumentiere, dass solche Produkte aus physikalischen Sicht nutzlos sind. Verwende dafür auch die Abbildung 3 (Skizze).

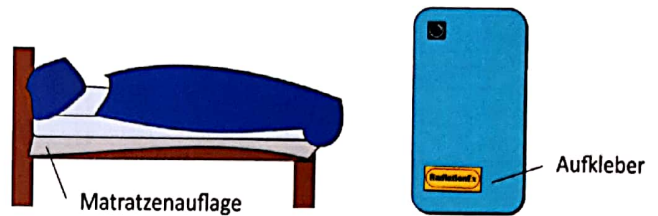


Abbildung 3: Sticker und Matratzenauflagen (erstellt Zlokikovits)

Kommentar: In Aufgabe e) soll nun auf Basis des eigenen Wissens um die Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen und den Ergebnissen des Versuches in d) eine Produkt bewertet werden (Kompetenz S1).

- f) In der Physik wird elektromagnetische Strahlung entweder als Teilchenstrahlung mit Photonen oder als Wellenstrahlung modelliert. Beschreibe die beiden Modelle und gib jeweils ein Beispiel an in dem das Teilchen- oder das Wellenmodell die adäquate Erklärung darstellt.

Kommentar: Die letzte Aufgabe ist wiederum dem Bereich Wissen organisieren zuordenbar. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Modelle vergleichen. Zusätzlich ist der Modellcharakter der Theorien implizit zu begründen.