

Bewertungskompetenz im Fach Physik

Bildungsstandards im Fach Physik für die allgemeine Hochschulreife

Erläuterungen verfasst von: Prof. Dr. Andreas Borowski, Prof. Dr. Alexander Kauertz
und Prof. Dr. Gesche Pospiech

1 Allgemeine Einführung

Naturwissenschaften prägen durch ihre Erkenntnisse und die daraus resultierenden Anwendungen grundlegend unsere moderne Gesellschaft. Dies eröffnet zum einen Chancen für Technik, Wirtschaft und gesellschaftliche Entwicklung; zum anderen birgt es auch Risiken. Insofern werden in Politik und Öffentlichkeit Diskurse über die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in Gebieten wie Gesundheit, Klima und Technik – oftmals kontrovers – geführt.

Das Analysieren, Beurteilen, Bewerten und Reflektieren dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnisse in gesellschaftlichen Kontexten und deren möglicher Folgen für ökologische, ökonomische und soziale Systeme ist für eine verantwortungsvolle gesellschaftliche Teilhabe notwendig und erfordert Bewertungskompetenz als integralen Teil einer naturwissenschaftlichen Kompetenz. Diese umfasst zum einen fachliches und überfachliches Wissen über Naturwissenschaften und naturwissenschaftliche Anwendungen, Wissen über problemhaltige Kontexte sowie Bewertungskriterien und -verfahren. Zum anderen gehören zur Bewertungskompetenz Fähigkeiten, wie Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch zu beurteilen, sich kriteriengeleitet eine Meinung zu bilden und Entscheidungen zu treffen sowie letztlich Entscheidungsprozesse und Folgen zu reflektieren.

Insofern zeigt sich Bewertungskompetenz der Lernenden „in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, dieses Wissen zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren“ (KMK, 2020).

Bewertungskompetenz im Sinne einer naturwissenschaftlichen Bildung bedeutet, über die rein innerfachliche Beurteilung von naturwissenschaftlichen Aussagen hinauszugehen. Die Bewertung muss vielmehr multiperspektivisch unter Einbeziehung überfachlicher Aspekte erfolgen und damit beispielsweise soziale, politische, ökonomische und moralisch-ethische Perspektiven integrieren. Dabei ist zum einen auf eine Differenzierung von naturwissenschaftlich-deskriptiven und normativen Aussagen zu achten, zum anderen auf die Unterscheidung von wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Aussagen und Informationsquellen.

Ein Ziel des Bewertungsprozesses ist, sachgerechte Entscheidungen zu treffen, eine begründete Bewertung vorzunehmen und Handlungsoptionen abzuleiten. Ein wichtiges Element ist dabei die Entwicklung und Reflexion geeigneter Kriterien als Grundlage für die Entscheidung

und Bewertung. Dazu tragen die Lernenden relevante naturwissenschaftliche, aber auch überfachliche (z. B. ökonomische, soziale, politische oder moralisch-ethische) Kriterien zusammen, sammeln geeignete Belege und wägen sie unter Berücksichtigung von Normen, Werten und Interessen gegeneinander ab. Hierbei reichen die Entscheidungsfelder vom eigenen täglichen Leben bis zu gesellschaftlich oder politisch relevanten globalen Entscheidungen.

Bedeutsam für Bewertungskompetenz ist nicht zuletzt, die Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen und deren kurz- und langfristigen, lokalen und globalen Folgen zu reflektieren und damit ein Denken in Systemen zu fördern. Dabei sollen nochmals unterschiedliche Perspektiven (z.B. persönliche, gesellschaftliche und moralisch-ethische) und Dimensionen, z.B. im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, zur Geltung kommen. Um einen Transfer des Bewertungsprozess auf andere Situationen zu erleichtern, sollten zudem zentrale Elemente des Bewertungsprozesses, wie Berücksichtigung verschiedener Perspektiven und Handlungsoptionen, Orientierung an inner- und außerfachlichen Kriterien sowie Berücksichtigung der Folgen einer Entscheidung rückblickend bewusst gemacht und reflektiert werden.

2 Konkretisierung der Kompetenzteilbereiche durch Standards

Im Bereich der Bewertungskompetenz wird das Ziel der gymnasialen Oberstufe im Hinblick auf eine vertiefte Allgemeinbildung besonders deutlich. Kompetent in Bezug auf Bewertung zu sein, bedeutet, dass die Lernenden jenseits fachspezifischer Kenntnisse und vertiefter Einblicke in die naturwissenschaftliche Methodik, die physikalischen Kenntnisse und Einsichten in eine multiperspektivische Betrachtung einordnen können. Zahlreiche komplexe Situationen mit physikalischem Gehalt im persönlichen Alltag, aber auch öffentliche Diskurse mit naturwissenschaftlichen Aspekten lassen sich nicht alleine auf Basis physikalischen Wissens bewältigen, sondern beinhalten in aller Regel weit darüber hinaus gehende Aspekte, wie die Perspektiven anderer Fächer oder Disziplinen (ökologisch, ökonomisch, ethisch, politisch, medizinisch, ...). Deren Einbeziehung erfordert zusätzlich Bewusstsein für die Grenzen physikalischer Aussagen und den Aspektcharakter der Physik. Für die Beurteilung komplexer Situationen benötigen die Lernenden daher sowohl physikalisches Fachwissen als auch bewertungsbezogenes Fachwissen. Dies beinhaltet beispielsweise Kenntnisse über Bewertungsprozesse, über objektivierende Verfahren zur Entscheidungsfindung und Kriterien zur Überprüfung von Argumentationen.

Die physikalische Bildung bereitet in besonderem Maße darauf vor, systematisch und rational komplexe Situationen zu analysieren und zu bewerten. Dabei sollen die Lernenden die Relevanz physikalischer Kenntnisse und Methoden in zahlreichen alltagsrelevanten oder gesellschaftlichen Situationen erkennen. Sie lernen vor allem die Rolle objektivierbarer Kriterien und Verfahren für die Entwicklung und Begründung einer eigenen Position oder Entscheidung kennen und sie wertzuschätzen, z.B. bei der Risikoabwägung.

Bei der Einordnung und Bewertung fachlicher wie überfachlicher Aussagen und Quellen greifen sie auch auf Fertigkeiten zurück, die sie im Bereich der Kommunikationskompetenz erworben haben. Gerade bei der Bewertung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse helfen ihnen zusätzlich Kompetenzen aus dem Bereich der Sachkompetenz und der Erkenntnisgewinnung, beispielsweise bei der Einschätzung der Glaubwürdigkeit von Quellen und Überprüfung von Argumentationen.

Im Folgenden werden die zum Bereich Bewertung gehörenden Standards weiter ausdifferenziert. Teilweise werden die Kompetenzen bereits durch die Standards für den mittleren Schulabschluss angebahnt, sie sollen jedoch bis zum Abitur vertieft, mit einem höheren Grad der

Selbstständigkeit angewendet und vor allem in Hinblick auf die Anwendung in überfachlichen Problemstellungen erweitert werden. Damit wird eine neue Qualität der Kompetenzen im Sinne der vertieften Allgemeinbildung erreicht.

Der Kompetenzbereich Bewerten gliedert sich in die drei Teilbereiche (1) Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen, (2) kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen sowie (3) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren.

Teilbereich 1: „Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen“

In diesem Teilbereich geht es darum, dass die Lernenden Kriterien dafür an die Hand bekommen, sich in der Vielfalt zahlloser Informationen aus zuweilen unklaren Quellen zu orientieren und deren Qualität zu beurteilen.

Die Lernenden ...

- B 1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation;
- B 2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.

Bedingung für eine fundierte Bewertung und die Entwicklung eines eigenen Standpunktes ist eine gute Qualität der zugrunde gelegten Informationen. Gerade im Zeitalter der massenhaft digital verbreiteten, unsystematischen und nicht kontrollierten Informationen müssen die Jugendlichen in der Lage sein, unterschiedlichste Informationen bewerten zu können. In der Unübersichtlichkeit unterschiedlichster Medienbeiträge gibt es oft auch pseudowissenschaftliche Argumentationen und Aussagen, die erst durch eine sorgfältige Analyse identifiziert werden können. Daher gehören hier zum bewertungsbezogenen Fachwissen Kriterien zur Qualität einer Argumentation (**B1**). Essentiell für die Qualität und Wissenschaftlichkeit einer Argumentation ist, dass die Argumente logisch aufeinander aufbauen, durch passende (empirische) Belege gestützt werden, und im Bereich der Physik, dass die verwendeten Modelle und Theorien geeignet und relevant sind (s. a. Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung). Dabei sind neben der physikalischen Perspektive auch die Perspektiven anderer Wissenschaftsbereiche zu beachten. Im Standard **B2** geht es dann darum, diese Kriterien und Perspektiven auf unterschiedliche Quellen (darunter besonders Internetquellen) anzuwenden, um beurteilen zu können, ob sie glaubwürdig sind, in welchem Maße sie interessegeleitet sein können und ob sie relevante Informationen liefern. Fragen können beispielsweise sein, ob physikalische Aussagen vorkommen, ob sie plausibel sind und in welchem Verhältnis sie zu Aussagen anderer Wissenschaftsbereiche stehen. Ferner können verschiedene Quellen und Medien miteinander verglichen werden. Dabei sollte den Lernenden klar werden, dass es in allen Wissensbereichen Kontroversen gibt, in denen Argumente dargestellt, abgewogen und gewichtet werden, um zu einer Schlussfolgerung zu gelangen.

Teilbereich 2: „Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen“

In diesem Kompetenzteilbereich sollen die Lernenden in die Lage versetzt werden, sich auf der Basis verlässlicher Informationen zu positionieren.

Die Lernenden ...

- B 3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab;
- B 4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil.

Der Standard **B3** ist sehr reichhaltig. Ausgangspunkt sind Fragestellungen oder Probleme, die sich zum einen im Alltag ergeben können und für einzelne Personen oder Gruppen von Personen bedeutsam sind (z. B. mit medizinischen Hintergrund) oder die zum anderen beispielsweise aktuell in den Medien diskutiert werden oder von langfristiger Relevanz für das Gemeinwesen sind (wie z. B. der verantwortungsvolle Umgang mit natürlichen Ressourcen). Solche Entscheidungssituationen müssen in der Regel multiperspektivisch analysiert werden. Dazu leistet das objektive und rational geprägte Vorgehen der Physik einen besonderen Beitrag. Dabei werden mögliche Kriterien - sowohl physikalischer oder technischer Natur als auch aus dem sozialen, ethischen, ökologischen, ökonomischen, historischen oder einem anderen Bereich – aufgestellt und begründet. Zum physikalisch geprägten Vorgehen gehört die Nutzung vorhandener Daten und Forschungsergebnisse oder die Erhebung eigener Daten. In beiden Fällen sollen die verwendeten Belege dem Kriterium der Objektivität genügen und nach ihrer Aussagekraft eingeschätzt werden können. Die sich aus den ausgewählten Kriterien ergebenden Handlungsoptionen oder Entscheidungen werden dann nachvollziehbar gegeneinander abgewogen.

Um einen solchen Bewertungsprozess planmäßig durchführen zu können, verschiedene Optionen zu identifizieren, zu bewerten und die Entscheidung und den Weg zur Entscheidung zu reflektieren (**B4**) sind in manchen Situationen objektivierbare Verfahren hilfreich. Diese erlauben beispielsweise, verschiedene Kriterien und Belege zu gewichten und somit begründet und reflektiert auch in außerfachlichen Kontexten einen eigenen Standpunkt einzunehmen und sich ein eigenes Urteil zu bilden.

Teilbereich 3: „Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren“

In diesem Kompetenzteilbereich geht es darum, die Kompetenzen zu erwerben, um Bewertungsprozesse und Bewertungen in unterschiedlichen räumlichen, zeitlichen und interdisziplinären Kontexten kritisch nachzuvollziehen und zu reflektieren.

Die Lernenden ...

- B 5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses;
- B 6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein;
- B 7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen;
- B 8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

In komplexen Fragestellungen, in denen physikalisch-technische Aspekte eine wichtige Rolle spielen, wird oft eine Technikfolgenabschätzung durchgeführt. Diese selber durchzuführen, wird in komplexen Fragen deutlich das schulische Niveau übersteigen und nicht leistbar sein. Dennoch sollten die Lernenden in der Lage sein, auf der Basis ihres bewertungsbezogenen Fachwissens vorgegebene Einschätzungen oder Bewertungen im Hinblick auf die berücksichtigten Perspektiven, die verwendeten Kriterien und deren Gewichtung nachzuvollziehen und zu reflektieren (**B5**). Hierbei sollen sie vor allem den physikalischen Anteil auf Korrektheit und Schlüssigkeit, möglicherweise auch mit Hilfe von Mathematisierungen oder Modellbildung, einschätzen können. Der Standard **B6** bezieht sich darauf, dass der Einsatz von Technologien (z. B. radiologische Diagnoseverfahren, Nutzung von E-Scootern oder Nutzung der Kernenergie) im eigenen Alltag, im regionalen Umfeld oder im globalen Maßstab gewünschte und

unerwünschte Konsequenzen haben kann. Hierbei ist es zuweilen notwendig, für eine genauere Abschätzung und Einordnung prinzipieller Überlegungen auch quantitative Überlegungen einzubeziehen. Die Kombination unterschiedlicher Perspektiven mit den (mathematischen) Aussagen der Physik bildet die Grundlage dafür, dass die Lernenden individuelle wie auch gesellschaftliche Folgen von Entscheidungen evidenzbasiert einschätzen und reflektieren und individuelle und soziale Verantwortung wahrnehmen können (**B7**). Es ist dabei auch explizit darauf einzugehen, dass es in der Wissenschaft und der Einschätzung von Folgen physikalisch-technischer Verfahren durchaus kontroverse Positionen und Diskrepanzen geben kann, die als integraler Teil der wissenschaftlichen und argumentativen Auseinandersetzung anzusehen sind. Dabei soll den Lernenden bewusst werden, dass verschiedene Interessengruppen auf der Basis jeweils eigener Werte und Normen zu eigenen Kriterien, Argumenten und Schlüssen kommen können, ohne dass dies unwissenschaftlich oder falsch sein muss. Andererseits sollen sie auch irrelevante Kriterien oder (ideologisch geprägte) Einseitigkeiten erkennen können. Diese Prozesse in der Entscheidungsfindung zu reflektieren, ist Ziel des Unterrichts.

Die Physik stellt zur Beantwortung überfachlicher Fragen oder Problemstellungen mit physikalisch-technischen Anteilen ihre spezifischen Methoden bereit. Die Lernenden sollen sowohl in historischen Beispielen als auch in aktuellen Fragen erkennen, dass physikalische Kompetenzen große Bedeutung haben und dass der physikalisch-technische Fortschritt in Zeiten der Digitalisierung und Globalisierung seitens der naturwissenschaftlichen Forschungsgemeinschaft eine besondere Verantwortung gegenüber der Gesellschaft verlangt (**B8**). Insgesamt soll den Schülern deutlich werden, dass die physikalische Weltbetrachtung über verschiedene Kulturen hinweg eine universell gültige Beschreibung natürlicher Prozesse ermöglicht.

3 Konkretisierung der Standards in Lernaufgaben

Der erste Kompetenzteilbereich (mit den Standards **B1** und **B2**) *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen* betont, dass ein Bewertungsprozess unter Einbeziehung überfachlicher Perspektiven rational gestaltet werden kann und soll. Dazu legt der Standard **B1** (erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation) die Grundlage. In der zugehörigen Lernaufgabe *Fluglärm* geht es darum, die körperliche Belastung durch Fluglärm, insbesondere verursacht durch Nachtflüge zu beurteilen. Als Material werden unter anderem Zeitungsberichte und Texte von Interessengruppen bereitgestellt. Die Lernenden sollen in Gruppen, die für oder gegen ein Nachtflugverbot sind, Argumentationsketten erstellen, Argumentationen im Hinblick auf Überzeugungskraft und Schlüssigkeit analysieren und Kriterien hierfür erstellen. Der inhaltliche Schwerpunkt ist Akustik mit dem Schwerpunkt von Schallmessung.

Der Standard **B2** (beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz) wird in mehreren Lernaufgaben angesprochen. Gemeinsam ist diesen, dass ein Bewertungsverfahren, die Nutzwertanalyse, als ein gut handhabbares und objektivierbares Verfahren eingeübt wird. Die Beispiele stammen aus der Medizin, was vor allem die Interessen von Schülerinnen fördern könnte, oder aber aus der Technik. In der Lernaufgabe *Hochspannungsleitungen – „Monstertrassen“? - Bewertung von Technologien zum Transport elektrischer Energie* werden in den Materialien gefundene Argumente systematisch eingeordnet und überprüft, auch aus fachlicher Perspektive (Teilaufgabe e sowie Module C und D). Um die Beurteilung der Vertrauenswürdigkeit von Quellen geht es in der Aufgabe *Mögliche Risiken von Windenergieanlagen*, in der in Teilaufgabe 7

mögliche Interessenkonflikte identifiziert werden sollen. Die Bewertung von Internetquellen oder Videos wird in der Lernaufgabe *Makula-Degeneration durch LED-Lampen* geübt (Teilaufgabe 3). Dazu wird ein Bewertungsbogen zur Verfügung gestellt, der den Lernenden Hinweise gibt, wie sie die Glaubwürdigkeit von Websites mit Hilfe objektiver Kriterien einschätzen können. Diese Aufgabe ist vor dem Hintergrund, dass gerade bei medizinischen Fragen oft das Internet zu Rate gezogen wird, von besonderer Relevanz. Die systematische Erfassung und Abwägung von Vor- und Nachteilen ist Thema der Teilaufgaben 2, 3 und 4 der Lernaufgabe *Röntgendiagnostik und MRT im Vergleich*. Hierbei spielen Kenntnisse über Röntgenstrahlung eine Rolle.

Der zweite Kompetenzteilbereich *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*, wird durch die beiden Standards **B3** und **B4** abgedeckt.

Der Standard **B3** (entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab) wird an einem hochaktuellen Thema illustriert: *Ein Elektrobus für die Altstadt*. Dabei werden plausible Kriterien für den Betrieb eines Elektrobusses in einer historischen Altstadt vorgegeben. Die Lernenden sollen daran in Teilaufgabe 2 erarbeiten, wie ein optimaler Betrieb der Elektrobusse gesichert werden kann. Eine Vertiefung ergibt sich daraus, dass die Lernenden die gegebenen Liste erweitern und die Auswirkung dieser Erweiterung untersuchen sollen. Fachlich geht es in erster Linie um die Möglichkeit der drahtlosen Übertragung elektrischer Energie (Induktion). Eine komplexe Anforderung zu diesem Standard wird in Modul A der Aufgabe *Hochspannungsleitungen – „Monstertrassen“?* realisiert, in dem die Lernenden einen Anforderungskatalog für die Planung einer Hochspannungsleitung von der niedersächsischen Nordseeküste nach München entwickeln sollen.

In dem Standard **B4** (bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil) geht es darum, dass die Lernenden kriteriengeleitet ein Urteil fällen. Dazu sollen sie in den Lernaufgaben *Makula-Degeneration durch LED-Lampen* (Teilaufgaben 3.1 und 3.3) und *Röntgendiagnostik und MRT im Vergleich* (Teilaufgaben 5, 6 und 7) für verschiedene Adressatengruppen oder aus verschiedenen Perspektiven Kriterien für die Entscheidungsfindung entwickeln und gewichten. In der letzten Aufgabe soll abschließend der Entscheidungsprozess als solcher generalisiert und übertragbar werden, indem die Lernenden ein Ablaufschema erstellen (Teilaufgabe 9). In der Lernaufgabe *Hochspannungsleitungen – „Monstertrassen“?* sollen die Lernenden darüber hinaus selbstständig erkennen, ob sie gegebenenfalls noch weitere Quellen benötigen, um beispielsweise Widersprüche aufzulösen, weitere Argumente zu finden oder zusätzliche Informationen zu bekommen. Auch hier geht es um die Gewichtung der gefundenen Kriterien aus einer persönlichen, gleichwohl begründeten Sicht mit Hilfe der Nutzwertanalyse (Teilaufgaben f und g).

Der dritte Kompetenzteilbereich *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren* wird durch vier Standards beschrieben.

Die Bewertung von Risiken spielt im Alltag oft in Bezug auf gesundheitliche oder medizinische Fragen eine wichtige Rolle. Demgemäß wird der Standard **B5** (reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses) in den Lernaufgaben mit medizinischem Kontext angesprochen. In der Lernaufgabe *Windenergie* steht dieser Standard im Zentrum. Es werden mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch den Infraschall, der beim Betrieb eines Windrades entsteht, diskutiert. Physikalische Analyse hilft bei der Bewertung der möglichen Schädigungen. In der Lernaufgabe *Makula-Degeneration durch LED-Lampen* soll in Teilaufgabe 3.2 ein Film und ein zugehöriger emotionaler Leserkommentar beurteilt werden, was eine

zusätzliche fachliche Auseinandersetzung erfordert. In der Aufgabe *Röntgendiagnostik und MRT im Vergleich* sollen die Lernenden in Teilaufgabe 8 unterschiedliche Bewertungen vergleichen und argumentativ vertreten. Im Modul E der Aufgabe *Hochspannungsleitungen – „Monstertrassen“?* setzen sich die Lernenden explizit mit Interessenlagen unterschiedlichster Gruppen auseinander.

Der Standard **B 6** (beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein.) wird in der Lernaufgabe *Blitzenergie – eine neue Energiequelle?* in Teilaufgabe 3 illustriert. Die Lernenden müssen ihr physikalisches Wissen zu Kondensatoren, elektrischer Energie und Leistung einsetzen, um beurteilen zu können, ob sich die Nutzung von Blitzenergie lohnen könnte. Aus überfachlicher Perspektive ist der Preis elektrischer Energie hinzuzuziehen und aus geographischer die Häufigkeit von Blitzen über Deutschland. Demgegenüber findet sich eine breitgefächerte und komplexe Illustration in der Lernaufgabe *Hochspannungsleitungen – „Monstertrassen“?*. Zum Einstieg (Teilaufgabe a) geht es um die Sammlung von Argumenten für den Ausbau der Energieversorgungsnetze. Hierbei spielen technische (Speicherbarkeit und Erzeugung elektrischer Energie) wie auch ökonomische Aspekte (Strombörse) eine Rolle. Anschließend (Teilaufgabe b) geht es um die Sorgen der Menschen in Bezug auf mögliche Beeinträchtigungen oder Gesundheitsschädigungen durch Stromtrassen. Bei der Beurteilung und Bewertung werden Kriterien und Argumente aus vielen Lebensbereichen (Physik, Technik, Medizin, Ökologie, Ökonomie, Landschaftsbild) herangezogen. Alltagsorientierte Problemstellungen, die eine Entscheidung in Form einer schriftlichen begründeten Empfehlung erfordern, finden sich in den Aufgaben *Makula-Degeneration durch LED-Lampen* und *Ein Elektrobus für die Altstadt* (Teilaufgaben 3 und 4)

In der ersten Aufgabe werden die Lernenden mit der Frage konfrontiert, ob es sich lohnt, eine Schule von kaltweißem LED-Licht auf warmweißes LED-Licht umzurüsten (Teilaufgabe 3.3). Hier geht es um die Abwägung einer unklaren Evidenzlage zur möglichen Gefährdung der Gesundheit von Lehrkräften und Lernenden gegenüber anderen, ökonomischen und ökologischen Kriterien, so dass das Verfahren der Nutzwertanalyse hier angewandt werden kann. In der zweiten Aufgabe müssen physikalisch, ökonomische und praktische Gesichtspunkte abgewogen werden.

Ein wesentlicher Teilaspekt des Standards **B 8** (reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen) wird in der Lernaufgabe *Verantwortung der Naturwissenschaftler/-innen für Gesellschaft und Politik* illustriert. Hierbei geht es um die Rolle einer Physikerin und drei Physikern bei der Entwicklung der Atombombe. Nach der Analyse der Positionen von Lise Meitner, Albert Einstein, Robert Oppenheimer und Klaus Fuchs sollen die Lernenden eine eigene Stellungnahme zur Frage der Verantwortung von Naturwissenschaftlern gegenüber der Gesellschaft und einer möglichen Trennung von Naturwissenschaft und Politik formulieren.

4 Literatur zum Weiterlesen

- ◆ Dittmer, A.; Bögeholz, S.; Gebhard, U. & Hößle, C. (2019). Kompetenzbereich Bewertung – Reflektieren für begründetes Entscheiden und gesellschaftliche Partizipation. In J. Gross, M. Hamann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.) *Biologiedidaktische Forschung: Perspektiven für die Praxis* (S. 187 - 208). Berlin: Springer Spektrum.

- ◆ KMK (2020). Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf (Zugriff am 18.06.2020)
- ◆ KMK (2017). Zur Situation und zu Perspektiven der Bildung für nachhaltige Entwicklung.
- ◆ KMK (2016). Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf (Zugriff am 18.06.2020)
- ◆ KMK/BMZ (2016). Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Bonn.
- ◆ KMK (2005). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf (Zugriff am 18.06.2020)
- ◆ Lübeck, M. (2018). Der Kompetenzbereich Bewertung im Biologieunterricht. Möglichkeiten zur systematischen Konstruktion von Lernaufgaben (1. Aufl.). Qualis NRW: Waxmann Verlag.