

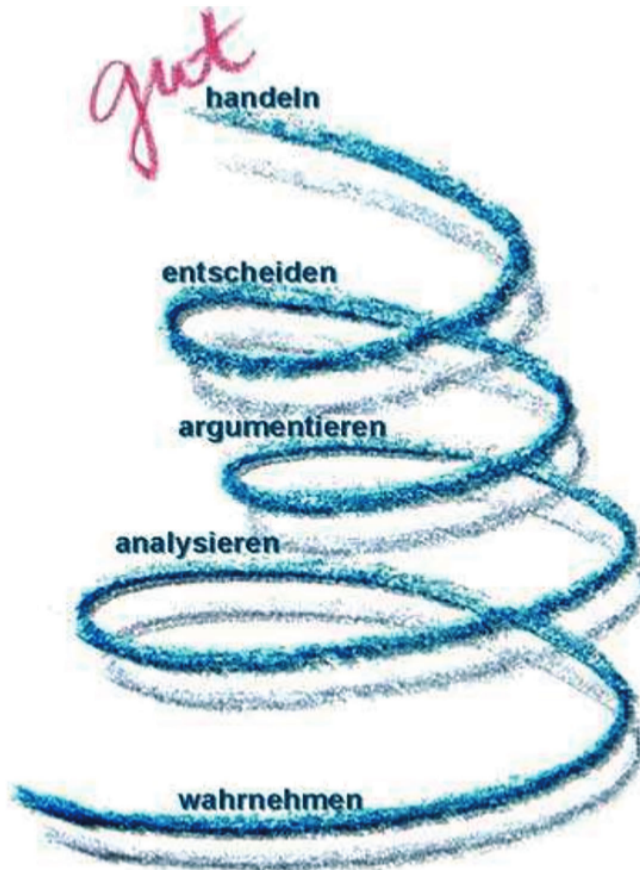
MNU Themenreihe Bildungsstandards

Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften

Denkanstöße, Empfehlungen und Hilfen für den Unterricht und für Aufgaben

JÜRGEN LANGLET

INGO EILKS, SVEN GEMBALLA, GERWALD HECKMANN, ARMIN KUNZ, MICHAEL LÜBECK,
ANKE MEISERT, JÜRGEN MENTHE, JOHANNA RATZEK, PETRA WLOTZKA, RITA WODZINSKI



VERBAND ZUR FÖRDERUNG
DES MINT-UNTERRICHTS
BUNDESVERBAND

I

Inhalt

- 01 Bewertungskompetenz in den
 Bildungsstandards für die
 Allgemeine Hochschulreife
- 02 Didaktische und methodische
 Überlegungen
- 03 Bewertungsprozesse strukturieren
- 04 Ideen für den Unterricht und
 Lernaufgaben
- 05 Beispiele für Prüfungsaufgaben
- 06 Ausblick
- L Literatur
- T Teilnehmende

V

Vorwort

Geehrte Leserin, geehrter Leser,

im September 2021 hat der MNU Vertreter der Bildungsverwaltungen der Länder, der Landesinstitute und der MNU-Landesverbände zu einer zweitägigen Tagung zu den im Juni 2020 beschlossenen Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern für die Allgemeine Hochschulreife eingeladen. Ziel war es, sich über die Planungen der Länder zur Implementierung der Bildungsstandards auszutauschen, notwendige Maßnahmen zur Umsetzung der Bildungsstandards für Lehrkräfte zu erörtern und mögliche Fortbildungsangebote – auch von Seiten des MNU – zu diskutieren.

Neben der positiven Erfahrung des Austauschs über Ländergrenzen hinweg entstand am Ende der Tagung von vielen Teilnehmenden der Wunsch nach einer Publikation in Form der schon bekannten Themenreihe Bildungsstandards, die der MNU seit 2007 in loser Reihenfolge für unterschiedliche Zielgruppen wie Fachleitungen, Schulleitungen, Lehrkräfte etc. herausgibt (www.mnu.de). Diesem Wunsch ist der MNU sehr gern nachgekommen. Der ehemalige Vorsitzende des MNU und Herausgeber der Themenreihe Jürgen Langlet hat sich sofort bereit erklärt, mit einer engagierten Expertengruppe eine Schrift zur Bewertungskompetenz zu erarbeiten.

Die Bewertungskompetenz in den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife erscheint neuartig und komplex. Neuartig, weil Aufgaben dazu sicherlich auch in den Poolaufgaben zum gemeinsamen Abitur der Länder ab 2025 vertreten sein werden. Komplex, weil nun auch außerfachliche Aspekte bei der Bearbeitung berücksichtigt werden müssen. Gerade für Lehrkräfte in den Naturwissenschaften sind Unterrichtssituationen, in denen Bewertungen gefordert sind, vielleicht ungewohnt, da sie von der Ausbildung her eher an einem „Richtig oder Falsch“ von dargestellten Inhalten orientiert sind. Das Abwägen und prägnante Darstellen einer Bewertung, die zudem von den Lehrkräften eine gewisse „Ambiguitätstoleranz“ erfordert und bislang vornehmlich bei anderen Fächern verortet waren, müssen nun auch von naturwissenschaftlichen Lehrkräften behandelt werden, da sie im Unterricht gefordert sind.

Dabei gibt es drei weitere gleichberechtigte Kompetenzbereiche zur Bewertungskompetenz, die ebenfalls ein

stringentes, klar strukturiertes und sinnvoll geplantes Vorgehen in der Oberstufe nötig machen. Denn: Kompetenzen werden nicht ad hoc erworben, sie benötigen Zeit und eine passende Zerlegung in Teilschritte.

Dazu bietet die folgende Schrift Impulse und Hilfen. In der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik, insbesondere in der Biologie, sind seit der Verabschiedung der MSA-Bildungsstandards im Jahre 2004 einige Modelle entwickelt worden, mit denen der Unterricht in mehreren Schritten Bewertungskompetenz schulen kann. Diese – in der Lehrerschaft wegen Umfang und Komplexität wenig bekannten Modelle – bilden den Ausgangspunkt für ein vereinfachtes Modell, das unterrichtspassend und fachspezifisch Kompetenzen in geeigneten Teilschritten schult. Es werden zudem Ansatzpunkte für Strategien aufgezeigt, wie eine solche Zerlegung in „Teilkompetenzen“ und ihr erfolgreicher Erwerb zeitlich zu bewältigen sind. Exemplarisch sind auch Lern- und Prüfungsaufgaben angedeutet, die zeigen, worauf Schülerinnen und Schüler vorbereitet sein sollten.

Insgesamt möchte dieser Band der Themenreihe Bildungsstandards die Lehrende ermutigen, sich offen auf das „neue Terrain“ zu wagen, die Anregungen in der Praxis umzusetzen und in den Fachgruppen in kollaborativer Weise diese Ansätze weiterzuentwickeln.

Wir freuen uns auf Ihr Feedback, das wir gerne aufnehmen und für geplante Fortbildungsveranstaltungen nutzen wollen.

Den Teilnehmenden, die diese Schrift erstellt haben, danke ich sehr für ihr großes Engagement und ihre Zeit, die sie bereitwillig gerade in Corona-Zeiten aufgebracht haben, um eine große Hilfe für die Kollegien zu erstellen. Insbesondere danke ich Jürgen Langlet für die rasche Umsetzung und die Koordination dieses Projekts.

Ihnen, geneigte Leserin, geneigter Leser, wünsche ich eine anregende Lektüre, aus der sie viel Nutzen für Ihre Tätigkeit ziehen mögen.

Juni 2022

Frank Herrmann
Vorsitzender des MNU

01

Bewertungskompetenz in den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife



Abb. 1: Cover der KMK-Bildungsstandards SII Biologie, Chemie, Physik

2020 verabschiedete die Kultusministerkonferenz „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ (Bistas) in den Naturwissenschaften. In vier Kompetenzbereichen werden ländervergleichbare Qualitätsstandards gesetzt.

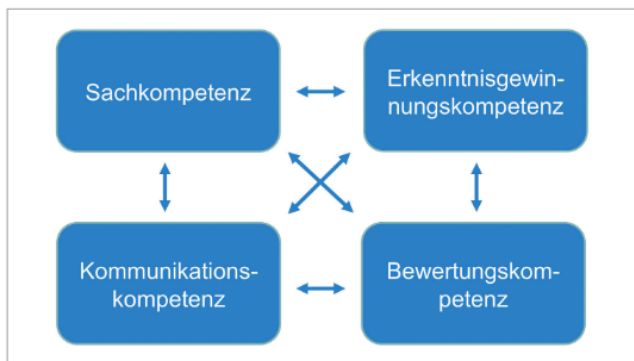


Abb. 2: Die vier wechselwirkenden Kompetenzbereiche

Dabei scheint die Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht eine große Herausforderung darzustellen. Diese war bereits Bestandteil der Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss (MSA) und wird wie die anderen Kompetenzbereiche in den zentralen Abituraufgaben geprüft werden. Der Unterricht kommt also nicht umhin, ebenfalls Bewertungskompetenz einzuüben.

Naturwissenschaftliche Prozesse und Erkenntnisse verlangen Bewertungen

Der Klimawandel offenbart es überdeutlich: Die CO₂-Emissionen zu verringern ist (auch) eine ethische Frage. Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, kompetent an gesellschaftlichen Prozessen teilhaben zu können, gehört zum vornehmsten Bildungsauftrag von Schule. Die Bildungsstandards schlüsseln diese Kompetenzen in Biologie, Chemie und Physik in mehreren Standards auf. Schülerinnen und Schüler sollen Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen, kriteriengeleitet Sach- und Werturteile bilden und Entscheidungen begründet treffen sowie die Folgen und Entscheidungsprozesse reflektieren können.

Doch aus der Schulpraxis kommen berechtigte Einwände:

- **Fehlende Unterrichtszeit:** Der umfangreiche Inhaltskatalog der Bildungsstandards verlangt sehr stringentes Arbeiten. Hinzu kommt, dass auch in den anderen drei Kompetenzbereichen eine Fülle von Standards einzuüben sind.
- **Überforderung der Lehrkräfte:** Nicht alle Lehrende werden sich in ihrer I. und II. Ausbildungsphase mit ethischen Fragestellungen auseinandergesetzt haben. Vielfach erfasste die Ausbildung nur die klassischen fachinhaltlichen Phänomene und Probleme.
- **Ungewohnte Unterrichtssituationen:** Beurteilungen und Bewertungen sind auf den ersten Blick individuell und intersubjektiv unterschiedlich. Es gibt oftmals weder ein >richtig< noch ein >falsch<. Vielmehr muss das >für< und >wider< von den Lernenden abgewogen und ausgetauscht werden – in Unterrichtssituationen, die im naturwissenschaftlichen Unterricht selten sind und die schwerer benotet werden können.

- Unübersichtlichkeit der Bewertungsmodelle: In der naturwissenschaftlichen Didaktik, insbesondere in der Biologie, sind seit den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss (MSA) einige Modelle entwickelt worden, mit denen der Unterricht in mehreren Schritten Bewertungskompetenz schulen könnte. Diese werden von den Lehrkräften kaum genutzt.

Diese Handreichung bietet Hilfen für die angesprochenen Probleme

Aus unserer Sicht lassen sich die aufgeführten Probleme lösen. Und zwar indem der teilweise überhöhte und zu umfangreiche Anspruch der didaktischen Modelle heruntergebrochen wird. Dazu bieten wir ein vereinfachtes Modell, das unterrichtspassend und fachspezifisch in kleinen Portionen Kompetenzen schult sowie Strategien und Ansatzpunkte zur Reduktion von Komplexität und Zeitaufwand aufzeigt. Zudem haben wir beispielhafte Lern- und Prüfungsaufgaben entwickelt, die Ihnen zeigen sollen, worauf Sie Ihre Schülerinnen und Schüler vorbereiten sollten.

Probieren Sie unsere Vorschläge aus - und geben Sie uns ein Feedback: Viel Erfolg!

02

Didaktische und methodische Überlegungen

„Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen“ lautet seit Immanuel Kant (1784) der Leitspruch der europäischen Aufklärung. Individuelle Selbstbildung propagierte Wilhelm von Humboldt (1790). Mit Wolfgang Klafki wurde u. a. die Teilhabe und Teilnahme am gesellschaftlichen Prozess ergänzt (1970er Jahre): Selbstbestimmung, Mitbestimmung, Solidarität. Diesen emanzipatorischen Kern stärken zeitgenössische Bildungsziele in einer unübersichtlichen, zunehmend pluraler werdenden Welt.

Bewertungskompetenz dient der (kritischen) Emanzipation

Die Bedeutung der Naturwissenschaften für die moderne Welt ist unbestritten. Naturwissenschaftliches Wissen und naturwissenschaftlich-technische Anwendungen sind wesentliche Bezugsgrößen und Gegenstände zahlreicher gesellschaftlichen Debatten. Daraus erwächst eine große Verantwortung der Naturwissenschaften gegenüber der Gesellschaft und umgekehrt der Gesellschaft gegenüber der Wissenschaft. Zu beurteilen, zu bewerten und dadurch handlungsfähig zu werden wird zu Recht vom mündigen Bürger, also auch von Schülerinnen und Schülern verlangt. Alle sollten in einer demokratischen Grundordnung an öffentlichen Diskursen und Entscheidungen teilhaben können. Die Voraussetzung dafür ist die moralisch-ethische Urteilsfähigkeit eines reflektierenden Bildungssubjekts, welche sich jedoch nicht allein aus naturwissenschaftlichem Faktenwissen entwickelt, sondern das Ergebnis einer Teilhabe an Aushandlungs- und Konsensbildungsprozessen ist. Eine moralisch-ethische Urteilsfähigkeit ist eines der bildenden Ziele von Schule und damit auch des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Rationale vs. intuitive Bewertung

Spätestens seit Kant (s.o.) gilt die Forderung, Urteile jedweder Art mit Hilfe seines Verstandes zu fällen, also allein rational zu urteilen und zu handeln. An diesem Postulat

sind seit einigen Jahren Zweifel geäußert worden, nicht zuletzt von der Neurobiologie: Nach deren Erkenntnissen sind jegliche Wahrnehmung, Beurteilung und Bewertung emotional (zumindest) begleitet. Dementsprechend bewerten Menschen moralisch-ethische Probleme vorrangig unbewusst intuitiv: Gewohnheiten, Voreingenommenheit, Selbstbestätigung, sozialer Konsens wie auch Ausweichen vor einem Problem sind erfahrungsbasierte, selbstschützende Mechanismen menschlichen Entscheidens und Handelns. Schnelle Urteile können im Nachhinein rational gerechtfertigt oder revidiert werden und bilden wertvolle, da bedeutungsvoll-authentische Ansätze für einen argumentativen sozialen Diskurs. Deshalb wäre es wenig wertschätzend gegenüber Schülerinnen und Schülern, deren gefühlsmäßige Meinungen zu diskreditieren.

Irritationen als Chancen

Die Forderung nach einer Impfpflicht lässt sich nicht einfach bejahen oder verneinen. Moralisch-ethische Phänomene sind per se komplex und multiperspektivisch. Andere Perspektiven zu erkennen, z.B. in einer Lerngruppe, sich seine eigenen Intuitionen bewusst zu machen, eigene Urteile in Frage zu stellen wie auch sich mit anderen Meinungen auseinanderzusetzen kommt ein hoher Bildungswert zu. Diese krisenhaften Irritationen z.B. durch ein Dilemma oder durch nicht-ideale Lösungsmöglichkeiten sind Chancen für den Unterricht und sollten als unterrichtlicher Ausgangspunkt (nicht als Anhang) genutzt werden.

Die Bezugspunkte des Bewertens lassen sich folgendermaßen zusammenfassend darstellen:



Abb. 3: Darstellung der Aspekte ethischen Bewertens. Interessen, Sachwissen sowie Werte und Normen führen (idealerweise) argumentativ über rationale und intuitive Strategien zu einer ethischen Bewertung. [aus Ratzek, Höttecke 2020, 16]

Ethische Urteilsmodelle im Unterricht

In Folge der Einführung der Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss (MSA) entwickelte die naturwissenschaftliche Didaktik umfassende, anspruchsvolle ethische Kompetenzmodelle. Wir empfehlen keines der eingeführten Modelle. Weil diese sich z. T. nur auf bestimmte Kontextfelder (z. B. BNE, Menschliches Leben) beziehen und daher nicht universell im Sinne eines kumulativen Lernens einsetzbar sind. Zudem fühlen sich naturwissenschaftliche Lehrkräfte als ethische Laien mit einigen moralisch-ethischen Vertiefungen überfordert. Auch unterscheiden sich die Modelle in den Einheiten, anhand derer Handlungsoptionen bewertet werden sollen. Einige Modelle - wie auch die Bildungsstandards - verwenden hierzu ausschließlich Kriterien, andere ethisch-moralische Werte oder Argumente, wodurch in Bezug auf Abstraktion und Komplexität jeweils unterschiedliche Chancen aber auch Herausforderungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht entstehen.

In vielen Aspekten, die auch in den Bildungsstandards aufgenommen wurden, ähneln sich die Modelle untereinander:

- Erfassen des ethischen Problems
- eigene Einstellung bewusstmachen
- Perspektiven kennenlernen
- Argumente entwickeln, prüfen, gewichten
- Handlungsoptionen entwickeln
- Folgen abschätzen
- Bewertungskriterien entwickeln
- entscheiden
- den Entscheidungsprozess reflektieren

Jeder einzelne dieser Gesichtspunkte verlangt hohe inhaltliche Kompetenzen (u. a. ethisches Grundwissen) von den Lernenden (und Lehrenden). Eine Berücksichtigung aller Aspekte in einer Unterrichtsstunde wie auch in einer Prü-

fungsaufgabe stellt nach unserer Ansicht eine Überforderung sowohl in kognitiver als auch in zeitlicher Hinsicht dar. Deshalb empfehlen wir (siehe Kapitel 03) die Fokussierung auf wesentliche Teilschritte des Bewertens: **Wahrnehmen** – **Analysieren** – **Argumentieren** – **Gewichten** – **Entscheiden** und **Reflektieren**.

Ethisches Grundwissen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Naturwissenschaftliche Kenntnisse wie auch Kenntnisse über deren Begrenztheit sind ebenso unentbehrlich wie ein ethisches Grundwissen. Letzteres reduziert sich auf wenige Aspekte:

- Unterscheiden zwischen Beurteilung und Bewertung:
 - o Beurteilung fällt ein Urteil aufgrund empirischer Tatsachen (bzw. Wahrscheinlichkeiten).
 - o Bewertung berücksichtigt zusätzlich Interessen und moralische Werte und Normen.
- Unterscheiden zwischen den Ebenen/Tragweiten eines Konflikts (Personal [für sich selbst], Interpersonal [unmittelbar, lokal, regional, national, global]) sowie zwischen Zielen, Mitteln und Folgen.
- Kenntnis der Begriffe: Moral – Ethik – Werte – Normen
 - o Moral bezeichnet das individuelle bzw. gesellschaftlich anerkannte System von Normen: *Was tun wir?*
 - o Ethik ist eine philosophische Disziplin, die Werte und Normen reflektiert und prüft: *Was sollen wir tun und inwieweit ist das gerechtfertigt?*
 - o Werte sind Kriterien bzw. erwünschte Zielzustände: *Was ist mir (uns) wichtig (z. B. Gerechtigkeit)?*
 - o Normen sind individuelle und gesellschaftliche Handlungsanweisungen, die sich aus der Anerkennung von Werten ergeben: *Was sollen wir tun (z. B. jeden nach seinen Fähigkeiten behandeln)?*
- Argumentieren – Praktischer Syllogismus:
 - o Normenaussage (Sollen/Wollen)
Menschliches Leben muss von der Befruchtung an unbedingten Schutz erhalten!
 - o Sachaussage (Wissen)
Bei der Präimplantationsdiagnostik (PID) werden menschliche Embryonen verworfen, also nicht geschützt.
 - o Normative Konklusion (Werturteil)
Also darf die PID nicht durchgeführt werden!
- Unterscheiden zwischen deskriptiven (Sein/Ist) und normativen (Sollen) Aussagen sowie Vermeiden des naturalistischen Fehlschlusses:
 - o *Der Genaustausch zwischen Organismen ist ein all-gegenwärtiger Prozess in der Natur (Sein/Ist-Aussage).*
 - o *Das, was natürlich geschieht, darf (soll) auch der Mensch tun (nicht-konsensuale Norm).*
 - o *Also darf (soll) der Mensch genetischen Austausch betreiben (unzulässige Sollen-Aussage).*
- Unterscheiden zwischen kompensatorischen und non-kompensatorischen Entscheidungsstrategien

Bewertungskompetenz erwirbt man am besten im Gespräch mit anderen

Es ist offensichtlich, dass das Kennenlernen der Perspektiven und Meinungen anderer über ein moralisches Problem durch eine möglichst offene, wertschätzende, gesprächsfördernde Unterrichtskonzeption gefördert wird. Ebenso unstrittig ist der Zugang über ein Fallbeispiel oder einen in der öffentlichen Debatte kontrovers diskutierten Konflikt. Beides sollte möglichst am Erfahrungshorizont (Lebenswelt) der Lernenden orientiert sein. Ferner empfiehlt es sich, im Sinne eines sukzessiven Kompetenzerwerbs der Schülerinnen und Schüler, das Fallbeispiel nicht überkomplex zu arrangieren: Entscheidungskonflikte bzw. Dilemmata sollten möglichst konkret auf einzelne Aspekte zugespitzt statt offen formuliert werden (z. B.: „*Soll Glyphosat zugelassen werden?*“ statt: „*Chancen und Risiken von Glyphosat*“). Andererseits enthalten gesellschaftliche Problemfelder (z. B. Umweltprobleme) eine kaum zu reduzierende Multiperspektivität, die unterrichtlich nur durch Fokussierung auf Teilkompetenzen sinnvoll aufgefangen werden kann (siehe O3).

Wahrnehmung, Übernahme und Auseinandersetzung von und mit anderen Perspektiven durch die Lernenden werden durch offene Diskussionen erleichtert. Noch expliziter kann dies durch die Personalisierung in Rollen- wie auch Planspielen geschehen.

Zentral ist das pädagogische Credo, dass es in moralisch-ethischen Entscheidungsprozessen weder ein wahr/richtig noch ein falsch gibt. Es geht um die wertschätzende Würdigung der „besseren“ Argumente im Hinblick auf den individuellen bzw. gesellschaftlichen Werte-Konsens. Gute bzw. bessere Argumente entstehen jedoch erst in der Auseinandersetzung mit anderen, in der sozialen Praxis des Argumentierens. Gruppenbasierte Aushandlungsprozesse bilden daher ein zentrales Instrument, um den Schülerinnen und Schülern eine Entwicklung von ersten diffusen Positionierungen hin zu tiefergehend argumentierten Entscheidungen zu ermöglichen.

03

Bewertungsprozesse strukturieren

Im „Dschungel“ der Bewertungskompetenz

Der Kompetenzbereich Bewerten wird in den KMK-Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife für die Fächer Biologie, Chemie und Physik durch drei Teilüberschriften (*Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen; kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen; Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*) gegliedert. Trotz dieser einheitlichen Gliederung fallen die konkreten Formulierungen der Standards in den Fächern jedoch sehr unterschiedlich aus. Dadurch sind einheitliche Grundzüge des Bewertens (Bögeholz et al. 2004) nur schwer zu erkennen. Auch in der fachdidaktischen Literatur der Biologie besteht ein solcher Konzept-„Dschungel“, wobei es in der Physik und der Chemie eher zu wenig Orientierungspunkte für Lehrkräfte gibt. Ein für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer einheitliches Modell zur Struktur von Bewertungsprozessen ist daher wünschenswert und liefert eine wichtige Grundlage für eine fächerübergreifend-kumulativen Förderung von Bewertungskompetenz (Böttcher et al. 2016). Ein zweites Problem für den naturwissenschaftlichen Unterricht besteht in der durch die Lehrpläne vorgegebenen hohen Stofffülle bzw. den sehr knapp bemessenen Stundentafeln, die dazu führen, dass in der unterrichtlichen Praxis nur wenig Zeit für den Aufbau von Bewertungskompetenzen zur Verfügung steht.

Zur Überwindung dieser Probleme wird in diesem Kapitel ein fächerübergreifendes Struktur-Modell für Bewertungsprozesse vorgestellt, mit dem alle KMK-Standards zur Bewertungskompetenz in den Fächern Biologie, Chemie und Physik gezielt gefördert werden können. Darüber hinaus wird gezeigt, wie auf der Grundlage dieses Modells die Komplexität bzw. der Zeitaufwand von Bewertungsprozessen im Unterricht reduziert werden kann.

Bewertungsprozesse mit der WAAGER^R strukturieren

Die an diesem Beitrag beteiligten Vertreter:innen der Fachdidaktiken und der Unterrichtspraxis aus Biologie, Chemie und Physik sind darin übereingekommen, dass das gemeinsam entwickelte **WAAGER^R**-Modell die wesentlichen

Schritte unterrichtlicher Bewertungsprozesse für alle drei Fächer angemessen strukturiert. Die Bezeichnung **WAAGER^R** ist ein Akronym, das sich aus den wesentlichen Teilschritten *Wahrnehmen- Analysieren- Argumentieren- Gewichten- Entscheiden und Reflektieren* eines idealtypischen vollständigen Bewertungsprozesses zusammensetzt. Die Schrittigkeit in diesem Modell entspricht einem problemlösenden Vorgehen, welches in der fachlichen Tradition der Naturwissenschaften (z.B. im hypothetisch-deduktiven Weg der Erkenntnisgewinnung) breit etabliert ist. Die einzelnen Schritte sind in Abb. 6 im Überblick dargestellt und mit Arbeitsaufträgen und Schüleräußerungen beispielhaft konkretisiert. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte bzgl. ihrer Funktion für einen kompetenzorientierten Unterricht erläutert.

 Wahrnehmen

Die Schrittfolge des **WAAGER^R**-Modells beginnt mit dem bewussten Wahrnehmen eines Problems in Form eines Entscheidungskonflikts mit moralischer Relevanz und normativer Komplexität (Vielfalt von Interessen/Normen/Perspektiven). Die wesentlichen Fragen lauten hier: *Worin besteht der Konflikt? Wer ist betroffen? Welche Interessen/Ziele verfolgen die Beteiligten? Was ist moralisch problematisch?*

Das Wahrnehmen des Konflikts kann auch genutzt werden, um erste Emotionen zu äußern und intuitive Zugänge explizit zu machen (*Wie würdest du spontan entscheiden?*),

 Analysieren

Auf die Problemerkfassung folgt die Entwicklung möglicher Lösungsansätze in Form von Handlungsoptionen (*Was könnte man tun, um diesen Konflikt zu lösen?*). Je nach Entscheidungskonflikt reicht die Bandbreite von zwei Handlungsoptionen (entweder/oder bzw. ja/nein) bis hin zu einer Sammlung vielzähliger Handlungsoptionen (z. B. Pro-Contra, Kompromisslösungen)

Argumentieren

Je nachdem, wie viele Interessen/Normen und Handlungsoptionen bei dem zu bearbeitenden Entscheidungskonflikt eine Rolle spielen, geht es im dritten Schritt des WAAGER-Modells entweder um das Argumentieren und Prüfen von Argumenten (argumentbasiertes Bewerten) oder alternativ (s. Abb. 4) um das Auswählen und Anwenden relevanter Kriterien (kriterienbasiertes Bewerten).

Argumentbasiertes Bewerten

Das argumentbasierte Bewerten bietet die intensivste Auseinandersetzung mit den normativen Grundlagen einer Entscheidungsfindung, da eine kritisch-reflektierende Auseinandersetzung mit der Bewertungsinstanz ‚Argument‘ sowohl dessen naturwissenschaftlich-faktische Fundierung als auch dessen normative Begründungszusammenhänge offenlegt und prüft (Böttcher et al. 2016). Hierzu müssen in einem ersten Schritt (vorläufige) Argumente entwickelt und zusammengetragen werden. Über dieses Entwickeln und Sammeln erfolgt bereits eine weitreichende Entscheidung darüber, welche Aspekte im Bewertungsprozess für den Einzelnen bzw. für die Lerngruppe von Wichtigkeit sind und berücksichtigt werden sollten (*Was müssen wir bedenken?*).

Im zweiten Schritt erfolgt eine Prüfung der Argumente, bzgl. der Tragfähigkeit ihrer sachlichen und normativen Fundierung. Da vollständige Argumente stets aus (mindestens) zwei sie fundierenden Aussagen bestehen („Ist“- und „Soll“- Aussage), führt das Argument sowohl die naturwissenschaftlich-faktische Ebene als auch die normative Ebene eines Konflikts ins Zentrum des Bewertens (vgl. Struktur von Argumenten, Kap. 02).

In einem ersten Teilschritt werden dazu die „Ist“-Aussagen in den ausgewählten Argumenten identifiziert und überprüft („*Stimmt das überhaupt?*“). Dies erfordert meist naturwissenschaftliche Klärungsprozesse. Denn die Gültigkeit der „Ist“-Aussage in einem Argument erfolgt anhand fachwissenschaftlicher Paradigmen wie z.B. anerkannter Theorien oder Gesetze und naturwissenschaftlicher Daten und Berechnungen. Dies verdeutlicht die Bedeutung naturwissenschaftlicher Befunde und Theorien für gesellschaftliche Entscheidungsprozesse und damit die funktionale Verankerung von Bewertungsprozessen in diesen Fächern.

In einem zweiten Teilschritt müssen dann die normativen „Soll“-Aussagen der Argumente identifiziert und überprüft werden („*Ist das überhaupt eine berechnete Forderung?*“). Dies erfordert das Identifizieren der Interessen bzw. Normen, die den Argumenten zugrunde liegen. Zweitens, muss geprüft werden, inwieweit die angeführten Interessen bzw. Normen von den Lernenden (individuell oder als Gruppe) oder aus Sicht von Expert:innen (anhand von Quellen) als berechnete eingestuft werden. Je nach Bewertungskontext (v.a. in biologischen Kontexten rund um den

Lebensschutz und den moralischen Status des menschlichen Embryos oder den moralischen Status von Tieren) kann es darüber hinaus bei der Prüfung der normativen „Soll“-Aussage sinnvoll sein, auf die eher abstrakte Ebene der ethisch-moralischen Werte zu gehen. Je nach Lerngruppe und Kontext kann der Einsatz von sogenannten Wertepools (s. Abb. 4) dies ggfs. unterstützen.



Abb. 4: Wertepool

Bei vielen Konflikten ist es für Lernende jedoch zugänglicher, die „Soll“-Aussage auf der wesentlich konkreteren Ebene der Interessen und Normen zu reflektieren. Schon konkrete Interessen wie z.B. „Ertragserhöhung“ (Interesse/Norm einer Landwirt:in) oder „Artenschutz“ (Interesse/Norm von Naturschützer:innen) ermöglicht eine kontroverse Auseinandersetzung darüber, wie berechnete diese Interessen eigentlich sind.

Kriterienbasiertes Bewerten

Das Identifizieren und Überprüfen von Ist- und Soll-Aussagen in Argumenten ist ein kognitiv und zeitlich aufwändiger Prozess, der meist mit nur wenigen Handlungsoptionen (wie z.B. in Pro-Contra-Konflikten) umgesetzt werden kann. Umfasst ein Konflikt jedoch viele Handlungsoptionen und/oder Bewertungsaspekte, ist es sinnvoll, die Komplexität und damit den Zeitaufwand durch einen Wechsel auf die weniger komplexe Bewertungseinheit der Kriterien vorzunehmen (Bögeholz 2006). Ähnlich wie bei der Sammlung von Argumenten wird durch die Auswahl von Bewertungskriterien dann entschieden, welche Aspekte bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden sollen.

Einheit der Bewertung (Eigenschaft)	Beispiel (Dioxin)
Argument (sehr konkret, strukturell komplex)	Die Einführung von niedrigen Dioxin-Grenzwerten für Fische und Fischereiprodukte wird dazu führen, dass kaum noch Fische verkauft werden könnten, weil Fische mit einer Dioxinbelastung unterhalb eines niedrigen Grenzwertes so gut wie nicht mehr vorkommen. Dies wiederum würde dazu führen, dass die Fischerei und die Fisch verarbeitende Industrie kaputtgehen und viele Arbeitsplätze verloren gehen würden („Ist“-Aussagen, faktenbezogen). Es ist unsere Pflicht, Arbeitsplätze zu sichern („soll“-Aussage, normenbezogen). Deshalb müssen die Grenzwerte für Dioxin in Fisch und Fischprodukten so hoch sein, dass Fischfang und -verkauf weiterhin in einem existenzsichernden Umfang möglich sind (Schlussfolgerung).
Interesse/Norm (sehr konkret, strukturell wenig komplex)	Erhalt von Arbeitsplätzen in den Wirtschaftszweigen der Fischerei und Fisch verarbeitenden Industrie
Kriterium (konkret, strukturell simpel)	Wirtschaftlichkeit (einer Maßnahme)
Ethisch-moralischer Wert (sehr abstrakt)	Wohlfahrt

Abb. 5: Zusammenhang von Bewertungseinheiten am Beispiel eines Arguments aus der Debatte um Dioxin-Grenzwerte

Das WAAGE^R-Modell: Struktur von Bewertungsprozessen im Biologie-, Chemie- und Physikunterricht



Wahrnehmen



- **Beschreibe den Entscheidungskonflikt (z.B. konkurrierende Interessen):** z.B. „Soll die Insektenwiese einem Freizeitpark weichen? Insektenvielfalt erhalten oder Freizeitangebot erhöhen? Beides geht nicht!“
- **Nimm deine eigenen Assoziationen/ Impulse wahr:** z.B. „Ich erfreue mich an Insekten.“ „Ich finde Insekten blöd, besonders Wespen.“ „Skaten macht so einen Spaß!“
- **Positioniere dich (gegebenenfalls auch indifferent):** z.B. „Ich bin für den Freizeitpark.“

Analysieren



- **Erläutere (weitere) Handlungsmöglichkeiten (Kompromisse, Mittelwege, Alternativen):** z.B. „Ein anderer Standort für den Freizeitpark ist ungünstiger gelegen, aber die Insektenwiese wird erhalten“

Argumentieren



- **Stelle (vorläufige) Argumente zusammen; möglichst vielfältig:** z.B. „In diesem Konflikt geht es u.a. um den Schutz der Artenvielfalt.“
- **Ergänze die (vorläufigen) Argumente bezüglich der zugrundeliegenden Tatsachen („Ist“-Aussage= Tatsachenaussage= deskriptive Aussage) und überprüfe sie auf ihre fachliche Richtigkeit:** z.B. „Das ist eine wenig gemähte Wiese und eine solche hat meist eine hohe Artenvielfalt im Vergleich zu anderen Flächen.“
- **Ergänze die (vorläufigen) Argumente im Hinblick auf die damit verknüpften Interessen/ Normen/ Werte und formuliere eine entsprechende Aussage („Sollen“-Aussage= normenbezogene Aussage= normative Aussage):** z.B. „Für den Erhalt von Artenvielfalt sollte grundsätzlich alles getan werden.“
- **Ziehe aus der Kombination von deskriptiver und normativer Aussage eine Schlussfolgerung (vollständiges Argument):** z.B. „Demnach dürfte der Freizeitpark nicht entstehen.“

ALTERNATIV:

- **Benenne relevante Bewertungskriterien für den vorliegenden Entscheidungskonflikt:** z.B. „Artenvielfalt, Freizeit, Bewegung, Arbeitsplätze....“

Gewichten



- **Gewichte(t) die Argumente/ Bewertungskriterien gemäß ihrer relativen :** z.B. sehr wichtig: Argument zur Artenvielfalt, weniger wichtig: Argumente zur Selbstverwirklichung und zur Geselligkeit...Wichtigkeit (auch „+“, „o“, „-“ oder Punkte 0-5)

Entscheiden



- **Triff oder treffe eine Entscheidung auf der Grundlage der Gewichtung und begründe diese:** z.B. Die Argumente „...“ stehen im Konflikt. Ich halte „...“ für das wichtigste Argument, daher...

Reflektieren



- **Vergleiche die anfängliche Positionierung und die finale Entscheidung. Seid ihr mit der Entscheidungsprozess zufrieden?** z.B. „Ich kann meine eigene Position besser begründen, weil...“ „Ich kann auch andere Positionen besser nachvollziehen“ „Meine Position hat sich verändert in Richtung...“ „Das bewusste Gewichten war besonders hilfreich“

Abb. 6: Das WAAGE^R-Modell mit Arbeitsanweisungen und (fiktiven) Schüleräußerungen

Auch mit diesen Kriterien sind implizit Interessen bzw. Normen und abstrakte ethisch-moralische Werte verbunden, diese werden jedoch meist nicht explizit gemacht. Das kriterienbasierte Bewerten ist somit keine grundlegend andere Art des Bewertens als das argumentbasierte Bewerten, sondern vor allem eine Form der Reduktion der normativen Analysetiefe zugunsten einer größeren Vielfalt zu bewertender Handlungsoptionen bzw. zu berücksichtigender Bewertungsaspekte.

Gewichten

Ziel dieses Schrittes ist es, die jeweilige Bedeutung der zuvor analysierten Argumente oder Kriterien für die finale Entscheidung zu bestimmen, um sie gegeneinander abzuwägen. Dazu werden sie gewichtet. Dies geschieht in der Regel entweder mithilfe von einfachen Rangfolgen (sehr wichtig, wichtig, etc.) oder mithilfe von Skalen (z. B. +– und –Skalen oder Nutzwertanalysen mit Punkten und Gewichtungsfaktoren). Dies kann für die Schüler:innen durch Dokumentations- und Visualisierungsinstrumente (z. B. Tabellen (vgl. Abb. 7), Waagen oder Zielmat (Meisert 2018)) zugänglich strukturiert werden.

	Artenvielfalt	Freizeit	Bewegung	Arbeitsplätze	
Handlungsoption 1	++	–	–	–	
Handlungsoption 2	+	+	+	–	
Handlungsoption 3	–	+	+	+	

Abb. 7: Bewertungstabelle zum kriterienbasierten Gewichten (+/–)

Da das Ziel des Gewichtens darin besteht, die jeweiligen Argumente oder Kriterien gegeneinander abwägen zu können, müssen sie entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet werden (vgl. Abb. 8). Dieses systematische Berücksichtigen aller zuvor als relevant eingestuften Bewertungsaspekte (Argumente/ Werte/ Kriterien) bezeichnet man als kompensatorische Gewichten (engl. „trade-off“).

Beim non-kompensatorischen Gewichten (engl. „cut-off“) wird hingegen nur ein einziges Argument/Kriterium als entscheidungsrelevant eingestuft. Das Argument/Kriterium wird damit zu einem Ausschluss- bzw. K.O.-Argument/-Kriterium. Dieses non-kompensatorische Gewichten nutzen wir in der Regel in Alltagssituationen, um den Bewertungsaufwand gering zu halten. Systematische Strategien kompensatorischen Gewichtens zeigen den Lernenden somit Wege auf, wie sie jenseits ihrer alltäglichen Praxis bewertungsrelevante Aspekte differenziert berücksichtigen können.

Entscheiden

Alle entscheidungsrelevanten Aspekte sind identifiziert, überprüft und gewichtet. Damit wurde eine fundierte Entscheidungsgrundlage erarbeitet, um den Problemlöseprozess abzuschließen und eine Entscheidung für eine Handlungsoption zu treffen und zu begründen.

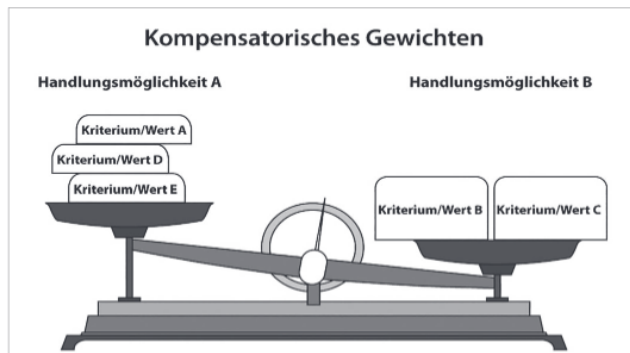


Abb. 8: Kompensatorisches Gewichten

Reflektieren

Die abschließende Reflexion bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten (vorher-nachher-Vergleich, Methodenkritik, Folgenreflexion etc.), die auf den Schwerpunkt der Aufgabe bzw. des Unterrichtsgangs ausgerichtet sein sollten.

Eine Folgenreflexion für alle am Konflikt beteiligten Interessengruppen kann z. B. auch noch einmal besondere Interessengruppen genauer in den Fokus holen (s. Prüfungsaufgaben zum Dioxin). Aus einer Folgenreflexion können ggfs. auch Vereinbarungen hervorgehen, um einen Übergang zum angestrebten Handeln zu gestalten (z. B. bestimmte Anzahl vegetarischer Tage o. Ä.).

Mit Hilfe einer Methoden- und Prozessreflexion kann vor allem der Mehrwert der Methoden, die über die bekannten Alltagsstrategien hinausgehen, herausgestellt werden. Auf einer zweiten Ebene bietet sich hierdurch auch die Chance, dass die Schülerinnen und Schüler bewusst den Gewinn der gruppenbasierten Aushandlungen reflektierten, die ihnen weitere Perspektiven aufzeigen und den Anlass für tiefere Argumentationen geboten haben. Dies ist v. a. dann besonders eindrucksvoll, wenn die finale systematisch reflektierte Entscheidung mit der ersten, spontanen Einschätzung des Konflikts verglichen wird und dabei Unterschiede deutlich werden (Vorher-Nachher-Vergleich). Auch ein Vergleich der verschiedenen Gruppenentscheidungen kann eine Gelegenheit bieten, Bewertungsaspekte mit breitem Konsens oder hohem Dissens zu identifizieren und zu diskutieren. Diese Analyse der Bewertungsvielfalt bietet eine wichtige Vorbereitung auf demokratische Konsensbildungsprozesse. Ferner bietet sich hier auch die Möglichkeit, den Umgang und die Schwierigkeiten mit vermeintlich objektiven, quantitativen Verfahren (z. B. Nutzwert-Analyse) zu reflektieren, die ggf. zu unerwarteten und als nicht ganz richtig empfundenen Ergebnissen geführt haben.

Bewertungsprozesse im Unterricht entlasten

Eine zentrale Strategie zur Reduktion von Komplexität bzw. Zeitaufwand besteht darin, einen Bewertungsprozess

nicht in allen Teilschritten zu durchlaufen, sondern stattdessen gezielt Schwerpunkte auf bestimmte Schritte und damit Teilkompetenzen zu setzen (vgl. auch Ansätze in Lübeck 2018). Durch Kombination ausgewählter Schritte des WAAGE^R-Modells ergeben sich drei Grundtypen, die einen sinnstiftenden und kompetenzförderlichen Rahmen für Unterricht, Lernaufgaben, aber auch Prüfungsaufgaben darstellen. Im Folgenden werden diese drei Grundtypen vorgestellt.

Grundtyp 1: Wahrnehmen und Analysieren¹.

Das vorrangige Ziel dieses Grundtyps besteht darin, einen Konflikt und seine moralische Relevanz sowie seine normative Komplexität (Vielfalt von Interessen /Perspektiven/ Normen) zu erfassen und mögliche Lösungsansätze (mögliche Ziel- bzw. Soll-Zustände) in Form von Handlungsoptionen zu entwickeln.

Tipps für den Unterricht nach Grundtyp 1

Das initiale Wahrnehmen des Konflikts kann auch genutzt werden, um intuitive Zugänge explizit zu machen. Nach einem kurzen Stimulus (z.B. durch Presseartikel, ausgewählte Zitate o. ä.), in dem den Lernenden der Konflikt kurz vorgestellt oder durch Aussagen beteiligter Personen mit unterschiedlichen Interessen zugänglich gemacht wird, werden sie gebeten, ad hoc Stellung zu beziehen. Erst danach wird der Konflikt in Hinblick auf mögliche Lösungen (Handlungsoptionen) genauer analysiert. Das Auffinden von Handlungsoptionen kann frei erfolgen oder auch zielführend unterstützt werden (z.B. Experteninterviews, Sachtexte, Presstexte). Über derartige Unterstützungsmaterialien kann auch sichergestellt werden, dass der Blick der Lernenden auf den Konflikt aus verschiedenen Perspektiven erfolgt.

Der Bewertungsprozess nach Grundtyp 1 endet mit der Formulierung von Handlungsoptionen. Damit dies nicht unbefriedigend bleibt, sollte abschließend zumindest eine erneute Positionierung erfolgen, ohne jedoch den Weg über ein detailliertes Argumentieren und Gewichten (s. Grundtypen 2 und 3) zu gehen.

Grundtyp 2: Argumentieren²

Bei diesem Grundtyp sind die Entscheidungsfrage und die Handlungsoptionen des Konflikts bereits vorgegeben. Je nachdem, wie groß die normative Komplexität des zu bear-

beitenden Konflikts ist, liegt die Zieldimension dieses Grundtyps entweder im Argumentieren und Prüfen von Argumenten (argumentbasiertes Bewerten) oder alternativ im Auswählen von relevanten Kriterien (kriterienbasiertes Bewerten).

Tipps für den Unterricht nach Grundtyp 2

Auch hier ist nach Vorstellung der Entscheidungsfrage und der Handlungsoptionen eine erste intuitive Positionierung der Lernenden sinnvoll. Darüber hinaus kann diese von den Lehrkräften genutzt werden, um kontroverse Positionen wahrzunehmen und auf dieser Grundlage möglichst kontrovers zusammengesetzte Gruppen für das anschließende Sammeln und Prüfen von Argumenten einzuteilen. Denn das Niveau von Bewertungsprozessen ist wesentlich davon abhängig, inwieweit die Lernenden in authentische Aushandlungsprozesse involviert werden, in denen ihnen tiefere Begründungen abverlangt werden. Erst durch ein widersprechendes Gegenüber wird es plausibel, mehr in das eigene Argumentieren zu „investieren“.

Beim initialen Entwickeln und Sammeln von Argumenten ist es nicht wichtig, dass die Lernenden vollständige Argumente im Sinne des praktischen Syllogismus (→ Kap. 02) generieren. Auf dem Weg der Prüfung der Argumente können diese vorläufigen, unvollständigen Argumente dann Stück für Stück ergänzt und falsche Annahmen korrigiert werden.

Strategie zur Reduktion von Zeitaufwand

Eine gute Möglichkeit zur Reduktion von Zeitaufwand besteht darin, dass die wesentlichen Aspekte einer gesellschaftlichen Debatte in Form von Argumenten durch die Lehrkraft vorgegeben werden. Auch Mischformen (vorgegebene und selbst entwickelte Argumente) können sinnvoll sein, um z.B. durch Vorgabe speziellerer ethisch-moralischer Positionen mehr perspektivische Vielfalt in die Debatte zu bringen.

Im Hinblick auf die Qualität und Tiefe der Konzeptbildung und Kompetenzentwicklung sollte bei vorgegeben Argumenten darauf geachtet werden, dass nicht nur formal und inhaltlich korrekte Argumente angeboten werden, sondern auch unvollständige Argumente (z.B. Sein-Sollen-Fehlschlüsse, vgl. Kap. 02) oder solche, bei denen die Sachgrundlage nicht (ganz) korrekt oder die ethisch-moralische Gültigkeit durchaus diskussionswürdig ist.

Durch Vorauswahl oder Vorgabe von ausgewählten Expertenaussagen kann darüber hinaus eine aufwendige Recherche aus digitalen und analogen Medien abgekürzt werden.

¹ Bezug zu den KMK-Standards v.a. unter „Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen“: **Physik**: B2, anteilig B3; **Chemie**: B1 – B4, anteilig B5 und B11; **Biologie**: B1, B2, anteilig B5 und B8

² Bezug zu den KMK-Standards v.a. durch „Kriteriengeleitet Meinungen bilden...“: **Physik**: B1, anteilig B2-B4;; **Chemie**: B7, anteilig B5 und B9; **Biologie**: B3, B4, B5, B7

Grundtyp 3: Gewichten, Entscheiden, Reflektieren: ³

Bei diesem Aufgabentyp sind die Entscheidungsfrage, die Handlungsoptionen sowie die relevanten „Einheiten des Bewertens“ (Argumente/Kriterien) vorgegeben. Sie sind korrekt, tragfähig und vollständig. Ziel dieses Grundtyps ist es, die vorgegeben vollständigen Argumente/Kriterien zu gewichten, eine Entscheidung für eine der möglichen Handlungsoptionen zu treffen und diese anhand der vorgenommenen Gewichtungen zu begründen. Im Anschluss erfolgt eine Reflexion.

Neben einem „vorwärts“ gerichteten Bewertungsprozess (Grundtyp 3 a – Entscheidungen treffen, z.B. Sollen die Windräder zur Erzeugung regenerativer Energie an diesem Standort errichtet werden?) ist es auch möglich, diesen Ausschnitt des Bewertungsprozesses „rückwärts“ zu durchlaufen, indem eine von anderen Personen (z.B. eine Einzelpersonen, eine Gemeinschaft) bereits getroffene Entscheidung (z.B. Zulassungsverfahren, Auszüge aus Gesetzestexten, Grenzwerte, Fischfangquoten, auch eine historische Entscheidung) rekonstruiert werden muss (Grundtyp 3b -Entscheidungen re-konstruieren, z.B. Ist der für Dioxin gesetzlich festgelegte Grenzwert gerechtfertigt?).

Tipps für den Unterricht nach Grundtyp 3

Wesentlich für die Konzeption von Bewertungsprozessen im Unterricht ist einerseits die Frage, wer am Ende entscheiden soll (Individuum, Kleingruppe, Klassenverband). Soll eine individuelle (Anwendung einer Verhütungsmethode) oder eine gruppenbasierte (Angebot im Schulkiosk) Entscheidung erfolgen. Darüber hinaus sollten Bewertungsprobleme nicht zu trivial sein (z.B. „Welches Produkt sollen wir als langfristiges Angebot im Schulkiosk anbieten?“ statt „Welchen der beiden Äpfel soll ich kaufen?“), damit z.B. der Aufwand eines angewendeten Gewichtungsverfahrens von den Lernenden als gerechtfertigt erlebt wird. Der Bewertungsprozess kann darüber hinaus so gestaltet werden, dass durch Rollenspiele bestimmte Strukturen festgelegt werden (vgl. Klimawandel vor Gericht). Diese ermöglichen zudem eine Festlegung bestimmter Rollen und entsprechend relevanter Perspektiven. Für die Entscheidungsfindung kommt Dokumentations- und Visualisierungsinstrumenten eine wichtige strukturierende und damit auch zeitlich entlastende Funktion zu. Die abschließende Reflexion bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten (vorher-nachher-Vergleich, Methodenkritik, Folgenreflexion etc.), die auf den Schwerpunkt der Aufgabe bzw. des Unterrichtsgangs ausgerichtet sein sollten

³ Bezug zu den KMK-Standards v.a. unter „Kriteriengeleitet...Entscheidungen treffen“ und „Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren“: **Physik:** B1, B3, B4, B5, B7, B8; **Chemie:** B7, B9, B10, B12-14; anteilig B5; **Biologie:** B6, B9, B10, B11, B12, anteilig B8

04

Ideen für den Unterricht und Lernaufgaben

4.1 Mobilfunkstrahlung – Standort für einen Sendemast gesucht – Ideen für Lernaufgaben in Physik



Abb. 9: Sendemasten auf dem Dach eines Gebäudes

Mobilfunkstrahlung oder auch Handystrahlung sind im Inhaltsbereich „Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen“ ein möglicher Kontext zu den Eigenschaften und der Ausbreitung von Wellen, aber auch zur Förderung der Bewertungskompetenz. Zu diesem Kontext werden im Folgenden exemplarische Aufgabenstellungen zu den sechs Schritten des WAAGER-Modells vorgestellt und den drei Grundtypen (Kapitel 03) zugeordnet. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass im Unterricht nicht zwingend alle Schritte durchlaufen und alle Aufgaben bearbeitet werden müssen, sondern diese als Beispiele und Alternativen zu verstehen sind.

Konkret beziehen sich alle Aufgabenstellungen auf den folgenden Entscheidungskonflikt: Eine Gemeinde sucht einen neuen Standort für einen Mobilfunk-Sendemast. Die Stadtvertreter:innen wollen so in Zusammenarbeit mit einem Mobilfunkunternehmen einen besseren Empfang bzw. eine bessere Netzabdeckung für den Ort sicherstellen. Als erster Standort wird das zentral gelegene Dach der Grundschule vorgeschlagen.

Beispiele zu Grundtyp 1 (Wahrnehmen und Analysieren)

Zum ersten Schritt des WAAGER-Modells bzw. des Grundtyps 1, dem *Wahrnehmen (W)*, findet sich keine Kompetenzformulierung innerhalb des Kompetenzbereichs Bewerten in den Bildungsstandards Physik. Nichtsdestotrotz sind die Wahrnehmung und das Verständnis des Entscheidungskontexts notwendige Voraussetzungen für eine Bewertung. Der zweite Schritt, das *Analysieren (A)* ist in der Kompetenzformulierung zu B3 (Die Lernenden entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab) in den Bildungsstandards Physik enthalten.

Im ersten Schritt (Wahrnehmen) wird den Schüler:innen der Entscheidungskonflikt präsentiert. Dazu können den Schüler:innen Aussagen verschiedener Personengruppen bzw. Interessenvertreter:innen präsentiert werden, die sich zu dem Entscheidungskonflikt äußern. Zusätzlich kann diese Konfliktpräsentation durch exemplarische Abbildungen von Mobilfunksendemasten (s.o.) illustriert werden. Ziel ist es, dass der grundsätzliche Entscheidungskonflikt und evtl. bereits konkurrierende Interessen wahrgenommen werden. Um erste, intuitive Meinungen der Schüler:innen zum Entscheidungskonflikt zu provozieren, können die Schüler:innen z.B. gefragt werden: „*Was würdet ihr davon halten, wenn auf eurer Schule ein Sendemast gebaut werden soll?*“

Im zweiten Schritt (Analysieren) werden die Lernenden ausgehend von folgender beispielhafter Aufgabenstellung aufgefordert, denkbare Handlungsalternativen zu formulieren.

Aufgabenstellung: Welche Möglichkeiten, neben dem Aufstellen des Sendemasts auf dem Dach der Grundschule, gibt es für den Ort?

Variante 1a: Handlungsmöglichkeiten werden selbst recherchiert.

Im Unterricht kann dieser Schritt beispielsweise so umgesetzt werden, dass die Schüler:innen mögliche Alternativen selbst recherchieren. Vertiefend kann in diesem Zusammenhang auch eine Quellenbeurteilung vorgenommen werden (siehe Kommunikationskompetenz), indem die Herkunft und Standortgebundenheit der Autor:innen eingeschätzt und reflektiert werden.

Variante 1b: Handlungsmöglichkeiten werden aus vorgegeben Aussagen abgeleitet.

Eine andere Aufgabe kann darin bestehen, aus vorgegebenen Äußerungen z.B. eines lokalen Unternehmens, besorgter Eltern, der Bürgermeisterin und eines Physikers Handlungsalternativen abzuleiten.

Erwartungen (beispielhaft):

- Handlungsmöglichkeit: Installation des Sendemasts in ländlicherer Gegend rund um den Ort anstatt auf der Grundschule.
- Handlungsmöglichkeit: Beamforming zur gezielten Abstrahlung des Sendemasts in bestimmte Richtungen.
- Handlungsmöglichkeit: Reduzierung der Sendeleistung des Sendemasts und damit auch der Strahlenexposition für die Bevölkerung.
- Handlungsmöglichkeit: Reduzierung der Sendeleistung während der Unterrichtszeit.
- Handlungsmöglichkeit F: Nutzung anderer Frequenzen (4G oder 5G).

Beispiele zu Grundtyp 2 (Argumentieren)

Der dritte Schritt des WAAGER-Modells bzw. Grundtyp 2, das *Argumentieren (A)*, lässt sich auf vielfältige Weise in den Unterricht einbinden. Stehen Argumente im Mittelpunkt (**argumentbasiertes Bewerten**), welche sowohl von den Schüler:innen selber entwickelt als auch durch die Lehrkraft vorgegeben werden können, leistet Grundtyp 2 einen Beitrag zur Kompetenzentwicklung bezüglich der Standards B1 (erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation) und B2 (beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz). Wird mithilfe von Kriterien gearbeitet (**kriterienbasiertes Bewerten**), leistet dieser Grundtyp einen Beitrag zur Kompetenzentwicklung im Hinblick auf den Standard B3 (Die Lernenden entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab) [siehe Bildungsstandards Physik].

Argumentbasiertes Bewerten Variante a:

Den Schüler:innen wird der Entscheidungskonflikt präsentiert. Der Konflikt wird zur Vereinfachung auf eine Entscheidung zwischen den Möglichkeiten „Sendemast auf einer Grundschule – Ja oder Nein?“ reduziert.

Aufgabenstellung: „Erarbeiten Sie ein Argument für oder gegen die Grundschule als Standort des Sendemasts“.

Die Argumente können in der Klasse gesammelt werden. Folgende Argumente sind denkbar:

- Sendemasten emittieren Strahlung und Strahlung gefährden die menschliche Gesundheit. Die Kinder der Grundschule müssen in besonderer Weise geschützt werden. Deshalb bin ich gegen die Aufstellung eines Mobilfunksendemastes auf dem Dach der Grundschule.
- Ein guter Empfang am Ort ist wichtig für alle Bürgerinnen und Bürger. Am besten für alle ist der Empfang, wenn sich der Sendemast in exponierter Lage im Ortszentrum befindet. Deshalb sollte der Sendemast auf dem Dach der Grundschule errichtet werden.
- Die Strahlungsexposition sollte für alle Bürgerinnen und Bürger möglichst geringgehalten werden, um sie möglichst wenig schädlicher Strahlung auszusetzen. Die Stärke der Strahlung sinkt mit zunehmendem Abstand zum Sendemast. Folglich sollte der Sendemast möglichst außerhalb des Ortes auf einem freien Feld errichtet werden und nicht auf dem Dach der Grundschule im Ortszentrum.
- Alte Technologien, deren Risiken eher einschätzbar und beherrschbar sind, sollen möglichst weiter benutzt werden. Deshalb sollte ein 4G- anstelle eines 5G- fähigen Sendemastes aufgestellt werden.

Es sollte im Unterricht auch eine Klärung der Sachaussagen erfolgen. Geklärt werden sollte beispielsweise die Abstrahlungscharakteristik eines Mobilfunksenders (unterhalb des Sendemastes ist eine eher geringe Strahlungsbelastung zu erwarten) oder Möglichkeiten zur Abschirmung der Strahlung.

Argumentbasiertes Bewerten Variante b:

Den Schüler:innen wird ein Argument bzw. werden mehrere Argumente vorgegeben. Sie werden aufgefordert darin die „Ist“- und „Soll“-Aussagen sowie die Schlussfolgerung zu identifizieren und zu markieren und diese anschließend zu überprüfen.

Aufgabenstellung: Kennzeichnen Sie im folgenden Argument die „Soll“- und „Ist“-Aussage sowie die Schlussfolgerung.

Beispielargument und -Lösung: Strahlung darf nicht so stark sein, dass sie potenziell gesundheitsgefährdend ist („Soll“-Aussage, hier: Norm). Die Stärke der Strahlung sinkt mit zunehmendem Abstand zum Sendemast („Ist“-Aussage, Tatsachenaussage). Demnach muss zwischen dem Sendemast und den Bewohnern des Dorfes bzw. der Grundschule ein Mindestabstand eingehalten werden (Schlussfolgerung).

Kriterienbasiertes Bewerten

Stehen im behandelten Entscheidungskonflikt mehr als zwei Handlungsmöglichkeiten und Bewertungskriterien zur Wahl, können einzelne Kriterien und deren Ausprägung auf die einzelnen Optionen betrachtet werden. Grafisch lässt sich dies am besten in einer Tabelle darstellen, in der in der linken Spalte die einzelnen Kriterien und in der obersten Zeile die Handlungsmöglichkeiten (hier: Standorte für einen Sendemast) aufgeführt sind. Anschließend werden die Ausprägungen jedes Kriteriums für die jeweilige Handlungsmöglichkeit eingeschätzt und das Ergebnis in die Tabelle eingetragen.

Aufgabenstellung: Bewerten Sie die Ausprägung jedes der dargestellten Kriterien in Bezug auf die drei Handlungsmöglichkeiten.

Lösungsbeispiel:

Kriterien	Standorte (Handlungsmöglichkeiten)		
	Grundschule	Feld	Bauernhof
Empfang in der Stadt	sehr gut	schlecht	gut
Strahlungsexposition für Bewohner	hoch	gering	mittel
Kosten	gering	hoch	mittel
usw.			

Beispiele zu Grundtyp 3 (Gewichten, Entscheiden, Reflektieren)

Die letzten drei Schritte des WAAGER-Modells bzw. Grundtyp 3, das Gewichten, Entscheiden und Reflektieren (GER), lassen sich auf vielfältige Weise in den Unterricht einbinden. Im Schwerpunkt leistet Grundtyp 3 einen Beitrag zur Kompetenzentwicklung bezüglich der Standards B3 (Die Lernenden entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab) und B4 (Die Lernenden bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil). Je nach Ausgestaltung des

letzten Schrittes (Reflektieren) können hier aber auch Beiträge zur Kompetenzentwicklung in den Standards B 5, B 6, B 7 oder B 8 geleistet werden. Unterricht nach Grundtyp 3 beginnt mit der Präsentation des Entscheidungskonfliktes und möglicher Argumente oder Kriterien, die bei der Entscheidung relevant sein könnten,

Anschließend werden die Lernenden aufgefordert, die Argumente bzw. Kriterien nach ihrer Wichtigkeit zu hierarchisieren.

Aufgabenstellung: Hierarchisieren Sie die aufgeführten Kriterien nach ihrer Wichtigkeit im Entscheidungskonflikt.

Kriterien könnten im Entscheidungskontext des Sendemasts auf einer Grundschule zur Disposition stehen:

- Empfang in der Stadt
- (Interesse: Die Steigerung der Wirtschaftskraft der Gemeinde durch verbesserte Sendeleistung und somit eine verlässliche Netzanbindung)
- Strahlenexposition der Bewohner
- (Interesse: Schutz der Gesundheit der Bürger:innen durch eine möglichst geringe Strahlenexposition)
- Errichtungskosten
- (Interesse: Minimierung der finanziellen Belastung der Bürger:innen)
- Optische Erscheinung
- (Interesse: Erhaltung des harmonischen Stadtbildes)

Das Gewichten ist die Vorbereitung des Abwägens verschiedener Kriterien oder Argumente in Bezug auf konkrete Handlungsmöglichkeiten. Das Ergebnis ist eine hierarchische Rangfolge von demjenigen Kriterium bzw. Argument mit dem größten Stellenwert für die jeweilige Entscheidungsfrage bis hin zum unwichtigsten. Das Gewichten bildet damit die Grundlage für das Treffen einer begründeten Entscheidung. Im Unterricht kann es entweder Aufgabe der Schüler:innen sein, diesen Schritt selbst durchzuführen oder eine bereits getroffene Entscheidung unter einem vorgegebenen Analyse-Aspekt zu reflektieren,

Dazu wird den Lernenden eine Entscheidung (z. B. die Entscheidung eines Mitschülers, einer anderen Klasse, aber auch Verordnungen, Richt- oder Grenzwerte) sowie ein Analyseschwerpunkt vorgegeben.

Aufgabenstellung: Erarbeiten Sie die Struktur der dargestellten Begründung.

Beispiel für eine vorgegebene Entscheidung:

Für die Installation des Sendemasts auf der örtlichen Grundschule spricht, dass die Grundschule zentral gelegen ist und durch den geringen Abstand zwischen den Menschen, die den Mobilfunk nutzen, und dem Sendemast der

Empfang besser wird. Kritisch könnte gesehen werden, dass durch den neuen Sendemast die Bewohner des Ortes einer stärkeren elektromagnetischen bzw. Mobilfunkstrahlung ausgesetzt sind. Dieses Argument wird in meinen Augen jedoch dadurch entkräftet, dass Sendemasten gezielt keulenförmig abstrahlen und außerhalb dieses Hauptstrahls die Strahlungsleistung damit stark reduziert ist. Außerdem wird die elektromagnetische Strahlung durch das Betondach der Grundschule stark abgeschwächt, weswegen eine mögliche Gefahr für die Schüler:innen stark reduziert wird. Zusammenfassend bin ich demnach der Meinung, dass der Sendemast auf der Grundschule gebaut werden sollte, da die positiven Argumente daran für mich überwiegen.

Lösungsbeispiel: Diese Entscheidung beispielsweise enthält sowohl Argumente für als auch gegen den Bau eines Sendemasts auf der Grundschule. Die Argumente werden explizit gegeneinander abgewogen, indem darauf verwiesen wird, welches Argument ein anderes Argument entkräftet. Zum Schluss wird die eigene Entscheidung, welche durch die genannten Argumente begründet wurde, genannt.

Weitere Reflexionsansätze könnten sein:

- Aus welcher Perspektive bzw. Standortgebundenheit wurde gewichtet und argumentiert?
- Zu welcher Entscheidung würde man durch die Einnahme einer anderen Perspektive oder aus der Sichtweise eines anderen Interessenvertreters kommen?
- Sind die gewählten Kriterien relevant? Sind die angeführten Quellen und Materialien angemessen?

Der vorgestellte Kontext verdeutlicht die *Vorläufigkeit* und auch die *Grenzen* naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnungsprozesse und ihrer Ergebnisse. So existieren beispielsweise derzeit keine belastbaren Aussagen zur Schädlichkeit elektromagnetischer Strahlung (unterhalb bestimmter Grenzwerte). Auch ändert sich die Technik laufend, sodass bald schon neue, andere Standards und Formen der Leistungsübertragung zu erwarten sind. In der Schule ist es weder leistbar, eigene Forschungen dazu anzustellen, noch wissenschaftliche Publikationen hinsichtlich ihres Fachinhaltes einzuschätzen. Es können lediglich derzeit verfügbare Informationen herangezogen und hinsichtlich ihrer Verwendungsmöglichkeit für die gewählte Fragestellung analysiert werden. Folglich kann – und dies sollte auch im Unterricht deutlich werden – keine allumfassende und für immer gültige Entscheidung das Ziel sein. Der dargestellte Kontext kann je nach Lerngruppe und Zielsetzung an einigen Stellen (z. B. Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Luft, Strahlungsleistung verwendeter Sendeanlagen, Beamforming, Interferenzen oder Amplitudenmodulation) noch inhaltlich vertieft werden.

4.2 Polyester oder Baumwolle? Welches T-Shirt kaufe ich? – Ideen für Lernaufgaben in Chemie

Kleidung ist für Schüler:innen ein sehr lebensnahes Thema – zugleich sind die Herstellung und der Gebrauch von Kleidung ökologisch wie ökonomisch von hoher Bedeutung. Der Kauf eines T-Shirts bietet zahlreiche fachliche Anknüpfungspunkte – die Frage des Materials ist Bestandteil einer Entscheidung, die konkrete Kaufentscheidung wird davon aber nicht vollständig bestimmt, sondern sie ermöglicht einen fachlichen Austausch mit offenem Ergebnis.

Inhaltliche Voraussetzungen: Zur Bearbeitung von Bewertungsaufgaben in diesem Kontext sind folgende fachliche Grundlagen notwendig:

- Prinzip des Aufbaus von Makromolekülen (natürlichen und synthetischen)
- Herstellung von Polyestern (Bausteine, Synthese)
- Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Polyestern
- Ableitung von Eigenschaften anhand der Struktur von Fasermolekülen (z. B. Polyester)

Zuordnung zu den Inhaltsbereichen der Bildungsstandards SII Chemie:

- Inhaltsbereich: Stoffe, Strukturen, Eigenschaften (natürliche und synthetische Stoffe)
- Inhaltsbereich: Arbeitsweisen (Synthesen: Kunststoffsynthese)
- Inhaltsbereich: Lebenswelt und Gesellschaft (aktuelle Technologien und chemische Produkte, moderne Werkstoffe, Recycling, ökonomische und ökologische Aspekte der Chemie: Recycling)

Schwerpunkt der Kompetenzentwicklung: Die Lernenden ...

- B3 beurteilen Informationen und Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit, Grenzen und Tragweite;
- B7 treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen.

In der folgenden Tabelle werden den Schritten des WAA-GER-Modells (s. Kapitel 3) folgend Fragestellungen und Aufgabenstellungen zur Förderung der Bewertungskompetenz im Rahmen des Kontextes „Polyester oder Baumwolle? Welches T-Shirt kaufe ich?“ im Fach Chemie dargestellt.

Schritt	Fragestellungen/Aufgabenstellungen
Wahrnehmen	Sollte ich mich beim Kauf meines nächsten T-Shirts eher für eines aus Baumwolle oder für eines aus Polyester entscheiden?
Analysieren	Welche Eigenschaften bzw. Vor- und Nachteile von Baumwolle und Polyester sind für T-Shirts relevant?

Argumentieren	1. Recherchiere und stelle Argumente zusammen für und gegen die Nutzung von Baumwolle bzw. Polyester. 2. Prüfe die Argumente hinsichtlich ihrer Sachaussagen. 3. Beurteile die gefundenen Argumente anhand der fachlichen Richtigkeit und Vertrauenswürdigkeit der Quelle. 3. Ziehe aus jedem Argument eine Schlussfolgerung.
Gewichten	Gewichte die Argumente gemäß ihrer Bedeutung für deine Kaufentscheidung.
Entscheiden	Triff eine Entscheidung! Welches T-Shirt wirst du kaufen? Begründe deine Entscheidung.
Reflexion	Hat sich deine ursprüngliche Meinung /Entscheidung geändert? Welche Argumente waren ausschlaggebend für deine Meinungsänderung?

Erläuterungen

Wahrnehmen: Mögliche Aspekte wären, ob das T-Shirt besser im ökologischen Sinne, besser für bestimmte Zwecke/Funktionen oder besser im Sinne von schöner/moderner/angesagter ist?

Die Lernenden können von Beginn an ihre Meinung äußern. Voraussetzung ist, dass die Lernenden Polyester und Baumwolle (und deren Eigenschaften) kennen. Sie müssen die Herstellung von Kunststoffen aus Primärkunststoffen oder aus Recyclingmaterial kennen und einordnen können. Die Frage nach der eigenen Präferenz (hier nach dem eigenen Kaufverhalten) ist wichtig, um abschließend den Bewertungsvorgang zu reflektieren.

Analysieren: Analysiert werden können – u.a. über den Einbezug einer Internetrecherche – die Eigenschaften, ökologische Bewertung von Baumwolle und Polyester, Rohstoff- und Energieeinsatz, Recyclingfähigkeit oder ggf. ethische Aspekte der Rohstoff- und Textilproduktion.

Ggf. kann von der Lehrkraft auch entsprechendes Informationsmaterial bereitgestellt werden. Dieses könnte umfassen:

- Preise von Baumwoll- und Polyestershirts
- Eigenschaften der Fasermaterialien (zur Beurteilung des Tragekomforts)
- Ressourcennutzung bei der Herstellung von Polyester, Recyclingpolyester, Baumwolle und Biobaumwolle (z.B. Energiebedarf, Wasser- oder CO₂-Fußabdruck)
- Recyclingmöglichkeiten bei Polyester und Baumwolle

Argumentieren: Hier wird fokussiert auf die Bildungsstandards zum Entscheiden (welches T-Shirt kaufe ich), etwa

den Standard B5: ... „entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- und alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab.“

Z.B. Polyester wird aus Erdöl hergestellt, Baumwolle dagegen ist ein nachwachsender Rohstoff; oder: Baumwolle ist zwar ein nachwachsender Rohstoff, aber für den Anbau werden sehr viel Wasser und Pestizide benötigt.

Gewichten: Die Lernenden hierarchisieren die Argumente nach der Bedeutung, die sie für ihre Kaufentscheidung haben. Sie gewichten die Argumente aus ihrer Sicht nach der Relevanz für den Kauf.

Entscheiden: Hier formulieren die Lernenden im Sinne des Standards B7 („... treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen“) eine eigene Position, z.B.: Aus ökologischen Gründen kaufe ich ein T-Shirt aus Biobaumwolle, weil es aus nachwachsenden Rohstoffen besteht, die ökologisch verträglich hergestellt werden. Oder: Aufgrund des Tragekomforts kaufe ich für die Nutzung im Sportunterricht ein T-Shirt aus Polyester, ansonsten nutze ich Baumwoll-T-Shirts.

Reflektieren: Hier sollte herausgearbeitet werden, inwieweit fachliche Informationen die eigene Meinungsbildung verändern bzw. beeinflussen, z.B. könnten Kenntnisse bezüglich der ökologischen Folgen des Baumwollanbaus und der schlechten Recyclingmöglichkeiten von Baumwolle dazu geführt haben, dass sich Lernende jetzt für ein T-Shirt aus Recycling-Polyester entscheiden würden. Auch das Festhalten an einer Entscheidung aufgrund bestimmter Überzeugungen trotz neuer Erkenntnisse aus dem Unterricht kann einen fruchtbaren Anlass zur Reflexion bieten.

05

Beispiele für Prüfungsaufgaben

5.1 Dioxin-Grenzwerte in Nahrungsmitteln – Ein Beispiel für eine Prüfungsaufgabe in Biologie/Chemie

Grenzwerte – wie z.B. Dioxin-Grenzwerte in Nahrungsmitteln – sind vom Gesetzgeber festgelegte Mengen von chemischen Stoffen, Strahlung und Lärm in Nahrungsmitteln und Umweltmedien (z.B. Boden, Wasser und Luft). Sie sind umwelt- bzw. gesundheitspolitische Instrumente zur Vermeidung oder zumindest zur Reduktion von Gesundheitsgefährdungen von Menschen, Tieren und Ökosystemen sowie von Schäden an Sachgütern. Ist das Risiko einer Gefährdung von Gesundheit, Umwelt oder Sachgütern zu groß, wird er verboten (Vorsorgeprinzip). Ist ein Risiko tolerabel, werden weitere Kriterien in die Bestimmung von Grenzwerten einbezogen (Verhältnismäßigkeitsprinzip). Diese können z.B. sein:

- der Nutzen des Stoffes oder von Produkten, die diesen Stoff enthalten, für die Gesellschaft,
- das Vorhandensein von Alternativen,
- die technischen Möglichkeiten zum Nachweis bzw. zur Kontrolle seiner Emissionen.

Deshalb bieten Grenzwerte im Allgemeinen eine gute Möglichkeit, Gewichtungen und Abwägungen in gesellschaftspolitischen Entscheidungen zu reflektieren.

Die dargestellte Beispielaufgabe entspricht dem in Kapitel 03 vom WAAGER-Modell abgeleiteten **Grundtyp 3 „Gewichten, Entscheiden, Reflektieren (GER)“**. Hier wird jedoch der Entscheidungsprozess „auf den Kopf gestellt“ und rückwärts durchlaufen: Ausgehend von einer bereits getroffenen Entscheidung (hier gesetzliche Dioxin-Grenzwerte in Nahrungsmitteln) müssen die wesentlichen Interessen und ihre Gewichtungen, die zu dieser Entscheidung geführt haben, rekonstruiert werden. Außerdem werden die Folgen dieser Entscheidung für eine bestimmte Bevölkerungsgruppe reflektiert.

Inhaltliche Voraussetzungen (Biologie): Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt, insbesondere Bioakkumulation (vgl. Inhaltsbereich: Lebewesen in ihrer Umwelt, Bistas Biologie 21).

Kompetenzschwerpunkte: Die Lernenden ...

- B 1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz;
- B 2 betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven;
- B 10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen;
- B 11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive (vgl. Bistas Biologie 17f).

Erwartungshorizont (Exemplarisch):

Eine Bearbeitung könnte wie folgt aussehen:

Teilaufgabe 1:

Berücksichtigte Interessen: Gesundheitsschutz, Wirtschaftlichkeit, Genuss.

Gewichtungen: Ein absoluter Gesundheitsschutz (Vorsorgeprinzip) wurde gegen Wirtschaftlichkeit (Schutz bestimmter Wirtschaftszweige) sowie entsprechende Konsuminteressen abgewogen. Das Ergebnis ist ein Kompromiss (Verhältnismäßigkeitsprinzip), der zu einer Einschränkung auf beiden Seiten führt. Damit werden zugunsten der Sicherung und dem Fortbestand von Wirtschaftszweigen (Viehwirtschaft, Fischerei, Fisch verarbeitende Industrie) Schäden für die menschliche Gesundheit zwar nicht gänzlich im Sinne eines Vorsorgeprinzips vermieden, aber lebensmittelspezifisch vor dem Hintergrund durchschnittlicher Ernährungsgewohnheiten geringgehalten (Anwendung eines trade-offs bzw. kompensatorisches Gewichten).

Teilaufgabe 2:

Für Menschen, die über längere Zeit in hohen Mengen Aal oder Tierleber sowie Produkte daraus verzehren (Verbrauchergruppen mit besonderen Verzehrsgewohnheiten), bieten diese Grenzwerte keinen ausreichenden Schutz. Es wird dabei in Kauf genommen, dass diese Personengruppen sich – ohne es zu wissen – gesundheitliche Schäden zufügen. Ihr Risiko könnte z.B. durch Einführen von Verzehrempfehlungen/Verzehrwarnungen (ähnlich Zigarettenpackungen) mit Hinweisen auf die Bedeutung der Verzehrsmengen eingedämmt werden.

Dioxin-Grenzwerte in Nahrungsmitteln (Prüfungsaufgabe Biologie/Chemie)

Aufgabenstellung

1. Erläutern Sie das Zustandekommen der Dioxin-Grenzwerte in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 unter Angabe der dabei berücksichtigten Interessen und vollzogenen Gewichtungen (**M1, M 2, M3**).
2. Stellen Sie die Folgen dieser Entscheidung für Verbraucher mit besonderen Verzehrsgewohnheiten dar, die über einen langen Zeitraum z. B. fetthaltige Fische oder Tierleber sowie Produkte daraus verzehren (**M2 u. M3**), und skizzieren Sie aus der Sicht dieser Personengruppe notwendige weitere Maßnahmen.

M 1: Dioxine

Dioxine sind sehr langlebige chlorhaltige Verbindungen, die bei industriellen und natürlichen Verbrennungsprozessen entstehen, in die Umwelt gelangen und sich über Nahrungsketten im Fettgewebe einlagern und anreichern. Schon bei niedrigen Konzentrationen können sie Störungen des Hormonhaushalts und der Reproduktionsfunktionen sowie des Immun- und Nervensystems hervorrufen. Über die Plazenta und Muttermilch gelangen sie in Föten und Säuglinge, wo sie u.a. Entwicklungsstörungen verursachen können. Hohe Dioxin-Konzentrationen (z. B. bei Industrieunfällen) können krebserregend sein.

M 2: Dioxin-Grenzwerte in Lebensmitteln

Die tolerierbare tägliche Dosis (tolerable daily intake, TDI) beschreibt die Konzentration eines giftigen Stoffes, bei der davon ausgegangen werden kann, dass sie über die gesamte Lebenszeit gesundheitlich unbedenklich ist. Gemäß der WHO liegt der TDI für Dioxine je nach ihrer Giftigkeit zwischen 1 und 4 pg/kg Körpergewicht (1 pg = 0,000 000 000 001 g). In der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 ist festgelegt, wieviel Dioxine Lebensmittel maximal enthalten dürfen. Werden diese Grenzwerte überschritten, dürfen sie nicht verkauft werden. Bei der Grenzwertsetzung wurde u.a. berücksichtigt, dass bestimmte Lebensmittel bei zu niedrigen Grenzwerten gar nicht verfügbar wären und daher nicht mehr verkauft werden dürften. Insgesamt sind die Grenzwerte jedoch so hoch festgesetzt, dass bei normaler bzw. durchschnittlicher Ernährung (z. B. bei dem seltenen Verzehr von fetthaltigem Fisch oder Leber) der TDI nicht überschritten wird.

M 3: Auszug aus der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

	Eier	Milch	Rind- fleisch	Schweine- fleisch	Geflügel	Kalbs- leber	Fisch (außer Aal)	Aal
Grenzwert von Dioxinen + ihnen ähnlichen Substanzen in pg/g Fett	6,0	6,0	4,5	1,5	4,0	12,0	8,0	12,0

5.2 Mobilfunkstrahlung – Standort für einen Sendemast gesucht – Ein Beispiel für eine Prüfungsaufgabe in Physik

In dem hier vorliegenden Beispiel werden die in Kapitel 03 vorgestellten Grundtypen 2 (hier: kriterienbasiertes Bewerten) und 3 in einer Prüfungsaufgabe vereint. Im Gegensatz zu Grundtyp 3 wird hier allerdings auf die Reflexion des Entscheidungsprozesses (R) verzichtet. Anbieten würde sich hier aber z. B. eine Methodenreflexion der Nutz-Wert-Analyse. Ausgehend von einer vorgegebenen Entscheidungsfrage, einer vorgegebenen bewerteten Handlungsoption (M1) und den damit verbundenen vorgegebenen Entscheidungskriterien (M2) sollen die Prüflinge eine weitere Handlungsoption entwickeln, diese bewerten und auf dieser Grundlage schließlich eine Entscheidung treffen und begründen. Die Bewertung der Handlungsmöglichkeiten erfolgt hier mittels einer Nutzwertanalyse (vgl. Höttecke 2013), bei der neben dem Ausprägungs- bzw. Erfüllungsgrad der angelegten Bewertungskriterien (hier: sowohl qualitativ als auch quantitativ) in Bezug auf die jeweilige Handlungsoption zusätzlich auch die Wichtigkeit der angelegten Bewertungskriterien für die eigene Entscheidung eingeschätzt wird. Die Einschätzung der Wichtigkeit der Bewertungskriterien erfolgt quantitativ mittels sogenannter Gewichtungsfaktoren.

Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse des elektromagnetischen Spektrums, Eigenschaften und Kenngrößen elektromagnetischer Schwingungen und Wellen (Wellenlänge, Frequenz, Energie); die Methode der Nutzwert-Analyse (vgl. Lernaufgabe des IQB: „Röntgendiagnostik und MRT im Vergleich“).

Kompetenzschwerpunkt: B4 „Die Lernenden bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil.“

Erwartungshorizont (Exemplarisch):

Eine Bearbeitung könnte wie folgt aussehen:

Teilaufgabe 1:

Weitere Handlungsoptionen wären z. B.: außerhalb der Stadt auf einem Feld, am Stadtrand neben einem Bauernhof, Verzicht auf einen neuen Sendemast.

Teilaufgabe 2:

Die ausgefüllte Tabelle könnte z. B. wie folgt aussehen:

Kriterien	Gewichtungs-faktoren (zwischen 0 und 1)	Option 1: Sendemast auf der Grundschule			Option 2: Außerhalb der Stadt		
		qualitativ (z.B. „sehr gut“, „hoch“, ...)	Punkte (1=schlecht 3 = sehr gut)	gewichtete Punkte (Punkte x Gewichtungsfaktor)	qualitativ	Punkte	gewichtete Punkte
Mobilfunk-Empfang in der Stadt	0.5	sehr gut	3	1.5	schlecht	1	0.5
Strahlungsexposition für Bewohner	0.2	hoch	1	0.2	gering	3	0.6
Kosten	0.3	gering	3	0.9	hoch	1	0.3
Summe	1	*****	*****	2.6	*****	*****	1.4

Teilaufgabe 3:

Ich entscheide mich dafür, den Sendemast auf der Grundschule zu bauen, nach der Gewichtung der Kriterien war die Entscheidung sehr eindeutig. Das wichtigste Kriterium ist für mich, dass die Bewohner einen guten mobilen Internetempfang in der Stadt haben. Heutzutage ist ein gutes Internet sowohl für das private als auch das berufliche Leben essentiell, insofern sollte dieses Kriterium Priorität haben. Am zweitwichtigsten sind mir die Kosten, also ökonomische Aspekte. Ich meine, dass ein Teil des Ausbaus des mobilen Netzes auch von Steuergeldern bezahlt wird; hohe Kosten betreffen letztendlich uns alle. Die Strahlungsexposition ist mir am wenigsten wichtig. Mobilfunkstrahlung ist per se eine nicht-ionisierende Strahlung, weswegen diese wohl nicht so hoch ist. Außerdem werden die Grenzwerte regelmäßig kontrolliert.

Mobilfunkstrahlung – Standort für einen Sendemast gesucht (Prüfungsaufgabe Physik)

Aufgabenstellung

1. Entwickeln Sie ausgehend von M 1 und M 2 eine weitere Option für einen alternativen Standort für den Sendemast.
2. Ergänzen Sie die Ausprägungen (qualitativ und quantitativ) der vorgegebenen Bewertungskriterien für die von Ihnen ausgewählte Handlungsoption (M2). Geben Sie anschließend in der ersten Spalte Gewichtungsfaktoren (Dezimalzahlen zwischen 0 und 1, die in der Summe 1 ergeben) für die Wichtigkeit der vorgegebenen Kriterien für Ihre Entscheidung an (M2). Ermitteln Sie dann den Punktwert für die verschiedenen Optionen aus der Summe der Produkte aus Gewichtungsfaktor und quantitativer Ausprägung.
3. Treffen Sie eine Entscheidung und begründen Sie diese.

M 1: Entscheidungskontext

In einem Dorf soll zur Verbesserung der mobilen Internetverbindung ein neuer Sendemast installiert werden. Der Telekommunikations-Anbieter schlägt als Standort für den Sendemast das Dach der Grundschule in der Dorfmitte vor. Dieser Standort ist allerdings umstritten. In einer Lokalzeitung findet sich die Schlagzeile: „Endlich schnelles mobiles Internet überall. Unser Dorf kriegt einen neuen Sendemast. Aber wo? Öffentliche Diskussion mit dem Anbieter zum geplanten Standort.“

M 2: Bewertungskriterien und ihre Ausprägung in Bezug auf das Dach der Grundschule

		Option 1: Sendemast auf der Grundschule			Option 2:		
Kriterien	Gewichtungs- faktoren (zwischen 0 und 1)	qualitativ (z.B. „sehr gut“, „hoch“, ...)	Punkte (1=schlecht 3 = sehr gut)	gewichtete Punkte (Punkte x Gewichtungs- faktor)	qualitativ	Punkte	gewichtete Punkte
Mobilfunk-Empfang in der Stadt		sehr gut	3				
Strahlungsexposi- tion für Bewohner		hoch	1				
Kosten		gering	3				
Summe	1	-----	-----		-----	-----	

06

Ausblick

Es ist bedauerlich und fachlich unverständlich, dass sowohl in der Anzahl als auch in den Inhalten keine einheitlichen Bewertungsstandards für die drei naturwissenschaftlichen Fächer formuliert worden sind. Denn ob es um die Insektenwiese vs. Freizeitpark, Mobilfunkstrahlen durch Sendemasten, Dioxin-Grenzwerte, T-Shirt aus Polyester oder Baumwolle geht: Beurteilung und Bewertung folgen den gleichen Schritten. Dies belegt diese Schrift eindeutig.

Insofern empfehlen wir fächerübergreifende Zusammenarbeit unter den Naturwissenschaften. Auf diese Weise muss nicht jedes Fach „das Rad neu erfinden“, sondern Sie können darauf aufbauen, was Ihre Kolleginnen und Kollegen angebahnt haben. Und – noch wesentlicher: Schülerinnen und Schüler wird der Kompetenzerwerb entscheidend erleichtert. Diese win-win-Situationen können Sie für sich und die Lernenden noch erfolgreicher nutzen, wenn Sie kollegial bzgl. offener Unterrichtssituationen und deren Benotung zusammenarbeiten. Hierzu bietet diese Arbeitsgruppe gerne Beratung an, denn MNU versteht sich seit mehr als 130 Jahren als „Lobbyisten“ für guten naturwissenschaftlichen Unterricht.

Nutzen Sie voller Neugier und Mut die neuen Unterrichtssituationen, dabei auch die anderen Kompetenzbereiche (Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation) einbeziehend. Wir versprechen Ihnen hohen Gewinn für Ihre Schülerinnen und Schüler und nicht zuletzt für Sie.

L

Literatur

- Bögeholz, S. (2006): *Explizites Bewerten und Urteilen. Beispielkontext: Streuobstwiese*. PdN – BioS 55(1), 17–24.
- Bögeholz, S., Hößle, C., Langlet, J., Sander, E., Schlüter, K. (2004). *Bewerten – Urteilen – Entscheiden im biologischen Kontext: Modelle in der Biologiedidaktik*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 10, 89–115.
- Böttcher, F., Hackmann, A., Meisert, A. (2016). *Argumente entwickeln, prüfen und gewichten - Bewertungskompetenz im Biologieunterricht kontextübergreifend fördern – Analyse und Konzeptentwicklung*. MNU Journal 3, 1–5 und 150–157.
- Dittmer, A., Gebhard, U., Höttecke, D., Menthe, J. (2016). *Ethisches Bewerten im Naturwissenschaftlichen Unterricht: Theoretische Bezugspunkte*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 22, 97–108.
- Eggert, S., Bögeholz, S. (2006). *Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 12, 177–197.
- Haidt, J. (2001). *The Emotional Dog and Its Rational Tail. A social intuitionist approach to moral judgement*. Psychological Review 108(4), 814–834.
- Höttecke, D. (2013). *Bewerten, Urteilen, Entscheiden – ein Kompetenzbereich im Physikunterricht*. Unterricht Physik, 134, 4–12.
- Hostenbach, J., Fischer, H.E., Kauertz, A., Mayer, J., Sumfleth, E., Walpuski, M. (2011). *Modellierung der Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften zur Evaluation der Nationalen Bildungsstandards*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 17, 261–288.
- Kahnemann, D. (2012). *Thinking fast and slow*. London: Penguin Books.
- KMK (2004). *Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für den Mittleren Schulabschluss (MSA)*.
- KMK (2020) *Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für die Allgemeine Hochschulreife (AHR)*.
- Langlet, J. (1992). *Wider den naturalistischen Fehlschluß – Sprachliche und logische Argumente*. In: Entrich, H. & Staeck, L. (Hrsg.) *Sprache und Verstehen im Biologieunterricht*. Alsbach: Leuchtturm, 290–297.
- Lübeck, M. (2018). *Der Kompetenzbereich Bewertung im Biologieunterricht. Möglichkeiten zur systematischen Konstruktion von Lernaufgaben*. Münster: Waxmann.
- Meisert, A. (2018) *Mit der Zielmat bewerten*. In: Spörhase, U., & Ruppert, W. (Hrsg.) *Biologiemethodik*. Berlin, Cornelsen 236–240.
- Menthe, J. (2012). *Wider besseres Wissen?! Conceptual Change: Vermutungen, warum erworbenes Wissen nicht notwendig zur Veränderung des Urteilens und Bewertens führt*. Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung 1, 161–183.
- Ratzek, J., Höttecke, D. (2020). *Ethisches Bewerten im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Plus Lucis 3, 16–20.
- Reitschert, K., Hößle, C. (2007). *Wie Schüler ethisch bewerten. Eine qualitative Untersuchung zur Strukturierung und Ausdifferenzierung von Bewertungskompetenz in bioethischen Sachverhalten bei Schülern der Sek. I*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 13, 125–134.
- Zowada, C., Frerichs, N., Zuin, V. G., & Eilks, I. (2019). *Glyphosat und grüne Pestizide - Nachhaltige Chemie und Nachhaltigkeitsbewertung im Chemieunterricht*. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 30(172), 38–43.

T

Teilnehmende

Teilnehmende/r	Stadt	E-Mail
Prof. Dr. Ingo Eilks	Bremen	ingo.eilks@uni-bremen.de
Prof. Dr. Sven Gemballa	Tübingen	sven.gemballa@uni-tuebingen.de
Gerwald Heckmann	München	heckmann@mnu.de
Armin Kunz	Berlin	armin.kunz@mnu.de
Jürgen Langlet	Berlin	juergen.langlet@t-online.de
Michael Lübeck	Soest	michael.luebeck@qua-lis.nrw.de
Prof. Dr. Anke Meisert	Hildesheim	meisert@uni-hildesheim.de
Prof. Dr. Jürgen Menthe	Hildesheim	juergen.menthe@uni-hildesheim.de
Johanna Henriette Ratzeck	Hamburg	johanna.ratzeck@uni-hamburg.de
Petra Wlotzka	Dortmund	petra@woltzka-do.de
Prof. Dr. Rita Wodzinski	Kassel	wodzinski@physik.uni-kassel.de

Bildquellennachweise:

Titelbild: Spirale, ZPG Ethik Baden-Württemberg.
https://lehrerfortbildung-bw.de/u_gewi/ethik/gym/bp2004/
 CC BY-NC-ND 3.0 DE (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>)
 Abb. 1, S. 4: Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen, Berlin
 Abb. 2, S. 4: Armin Kunz
 Abb. 3, S. 7: aus Ratzeck & Höttecke 2020 (s. Literatur)
 Abb. 4, S. 10: S. Gemballa
 Abb. 5, S. 10: M. Lübeck
 Abb. 6, S. 11: S. Gemballa, M. Lübeck, A. Meisert (verändert nach S. Gemballa/H. Karsa)
 Abb. 7, S. 12: S. Gemballa, M. Lübeck, A. Meisert
 Abb. 8, S. 12: M. Lübeck, QUA-LIS NRW
 Abb. 9, S. 15: <https://pixabay.com/de/photos/funk-antenne-dach-mobilfunk-5289834/>
 Piktogramme S. 9–12, : Microsoft Powerpoint

Impressum

Herausgeber: MNU Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V.
 Jürgen Langlet

Gesamtherstellung: fotosatz griesheim GmbH

ISBN 978-3-940516-29-9

© 2022, Verlag Klaus Seeberger
 Vossenacker Straße 9, 41464 Neuss

1. Auflage 2022

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede auch teilweise Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der schriftlichen Einwilligung des Verlages.



VERBAND ZUR FÖRDERUNG
DES MINT-UNTERRICHTS
BUNDESVERBAND