

Schroeter, Burkhard; Bernholt, Sascha; Härtig, Hendrik; Klinger, Udo; Parchmann, Ilka  
**Naturwissenschaftlicher Unterricht (Biologie, Chemie, Physik)**

Siege, Hannes [Hrsg.]; Schreiber, Jörg-Robert [Hrsg.]: Orientierungsrahmen für den Lernbereich globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ein Beitrag zum Weltaktionsprogramm "Bildung für nachhaltige Entwicklung". 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin : Cornelsen 2016, S. 373-397



Quellenangabe/ Reference:

Schroeter, Burkhard; Bernholt, Sascha; Härtig, Hendrik; Klinger, Udo; Parchmann, Ilka:  
Naturwissenschaftlicher Unterricht (Biologie, Chemie, Physik) - In: Siege, Hannes [Hrsg.]; Schreiber, Jörg-Robert [Hrsg.]: Orientierungsrahmen für den Lernbereich globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ein Beitrag zum Weltaktionsprogramm "Bildung für nachhaltige Entwicklung". 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin : Cornelsen 2016, S. 373-397 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-126785 - DOI: 10.25656/01:12678

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-126785>

<https://doi.org/10.25656/01:12678>

**Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

**Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

**Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: pedocs@dipf.de  
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

## 4.4.2 Naturwissenschaftlicher Unterricht (Biologie, Chemie, Physik)

Burkhard Schroeter, Sascha Bernholt, Hendrik Härtig,  
Udo Klinger, Ilka Parchmann<sup>142</sup>

### 4.4.2.1 Beitrag der naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie, Physik zum Lernbereich Globale Entwicklung

Naturwissenschaftlicher Unterricht bietet vielfältige Möglichkeiten, den Erwerb der fachlichen Unterrichtsinhalte in den Kontext globaler Entwicklungsdimensionen (ökologisch, ökonomisch, sozial und politisch) zu stellen und entsprechende Kompetenzen zu stärken. Da sich die drei naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie, Chemie, Physik – mehr oder weniger stark in ihren Unterrichtsinhalten unterscheiden, soll der *Lernbereich Globale Entwicklung* im Folgenden für die drei Fächer z.T. fachspezifisch, z.T. aber auch fachübergreifend und fächerverbindend entwickelt werden. Dies ermöglicht eine flexible Umsetzung in den unterschiedlichen Schul- und Fachstrukturen der Länder.

Es werden insbesondere die Anschlussfähigkeit an die gegenwärtigen Fachcurricula betont und Bezüge aufgezeigt zu:

- den Basiskonzepten und Kompetenzen der ländergemeinsamen Bildungsstandards (KMK 2005a–c)
- den auf dieser Grundlage neu erarbeiteten Rahmenplänen und Kerncurricula
- den aktuellen Kontexten<sup>143</sup> des naturwissenschaftlichen Unterrichts (OECD 2000, vgl. Wodzinski, 2013)
- dem Diskurs um Umweltbildung und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung im Biologieunterricht
- sowie zu vorhandenen Unterrichtseinheiten im Kontext globale Entwicklung.

Die **Fachinhalte des Biologieunterrichts** werden in den ländergemeinsamen Bildungsstandards nach den drei Basiskonzepten *System*, *Struktur/Funktion* sowie *Entwicklung* strukturiert (vgl. KMK 2005a). Innerhalb aller drei Fachkonzepte bieten sich Anknüpfungspunkte, den Einfluss des Menschen auf seine eigenen Lebensbedingungen sowie auf seine Umwelt zu thematisieren. So wird beim Basiskonzept

---

<sup>142</sup> Der Beitrag ist auf der Basis von „Naturwissenschaftlicher Unterricht am Beispiel der Biologie“ von Mayer, Gropengießer, Harms (2007) der 1. Ausgabe des Orientierungsrahmens für den Lernbereich Globale Entwicklung (2007) entwickelt worden. Teile des Originalbeitrags wurden in Absprache mit den Autorinnen und Autoren übernommen oder modifiziert.

<sup>143</sup> Ein *Kontext* wird in diesem Zusammenhang betrachtet als ein Ausschnitt aus Alltag, Lebenswelt, Technik oder Geschichte, der gleichermaßen von Bedeutung für die Schülerinnen und Schüler und für die Fachwissenschaft ist und mit schulischen Mitteln angemessen bearbeitet werden kann.

*System* darauf hingewiesen, dass lebendige Systeme verknüpft sind mit Systemen der Gesellschaft, wie Wirtschafts- und Sozialsystemen. Zum Basiskonzept *Entwicklung* heißt es: „Der Mensch verändert direkt oder indirekt lebendige Systeme“ (KMK 2005a, S.9). Insbesondere bei der Behandlung von Ökosystemen sollen globale Aspekte und Dimensionen nachhaltiger Entwicklung in den Unterricht einbezogen werden. Aber auch alle Unterrichtsinhalte, die sich auf den Menschen beziehen (z.B. Ernährung, Gesundheit, Fortpflanzung, Entwicklung) sollen nicht nur an Hand der Lebensbedingungen in Industrieländern betrachtet werden, sondern ebenso in den Kontext von Entwicklungs- und Schwellenländern und in übergreifende globale Zusammenhänge gestellt werden (vgl. Menzel & Bögeholz 2005).

Die Strukturierung der **Fachinhalte des Chemieunterrichts** erfolgt in den KMK-Bildungsstandards durch die vier Basiskonzepte *Chemische Reaktion*, *Stoff-Teilchen-Beziehungen*, *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* und *Energie*. Auf der Grundlage dieser vier Basiskonzepte wird in unterschiedlichen Zusammenhängen der Umgang des Menschen mit der stofflichen Welt mit Blick auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt thematisiert. „Gleichzeitig werden die Schülerinnen und Schüler für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisiert. Das schließt den verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt sowie das sicherheitsbewusste Experimentieren ein“ (KMK 2005b, S. 6). Diese Erkenntnisse sollen auch in die Betrachtung gesellschaftsrelevanter Themen einfließen, z.B. bei Nahrungsmitteln, regenerativen Energien oder der Nutzung von Rohstoffen. Die Lernenden sollen dabei befähigt werden, „Argumente auf ihren sachlichen und ideologischen Anteil zu prüfen und Entscheidungen sachgerecht, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst zu treffen“ (KMK 2005b, S.10).

Die **Fachinhalte des Physikunterrichts** werden in den Bildungsstandards nach Kompetenzbereichen und Basiskonzepten gegliedert. Die Konzepte *Energie*, *Materie*, *System* und *Wechselwirkung* beziehen sich dabei primär auf den Kompetenzbereich Fachwissen (vgl. KMK 2005c). Über die Fachkonzepte wird es möglich, sich Problemen der globalen Entwicklung aus physikalisch fachlicher Perspektive zu nähern, beispielsweise heißt es: „Stabile Zustände sind Systeme im Gleichgewicht.“ „Gestörte Gleichgewichte können Ströme und Schwingungen hervorrufen.“ „Nutzbare Energie kann aus erschöpfbaren und regenerativen Quellen gewonnen werden.“ „Beim Transport der Energie kann nur ein Teil der eingesetzten Energie genutzt werden.“ (KMK 2005c, S. 9). Diese Konzepte lassen sich zum Beispiel auf Klimaveränderungen, Meeresströme oder auch Aspekte der Energieversorgung anwenden. Die Kompetenzbereiche bieten ebenfalls Anschlussmöglichkeiten, wenn Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse für Problemlösungen nutzen (F 3)<sup>144</sup>, Phänomene auf physikalische Zusammenhänge zurückführen (E 1), in unterschiedlichen Quellen recherchieren (K 3) oder auf der Basis physikalischen Wissens Risiken bei modernen Technologien bewerten (B 3) sollen.

<sup>144</sup> Bedeutung der Abkürzungen s. KMK 2005 a,b,c und Kap. 4.4.2.2

Für einen **fachübergreifenden bzw. fächerverbindenden naturwissenschaftlichen Unterricht** muss versucht werden, die in den Bildungsstandards für die einzelnen Disziplinen beschriebenen Basiskonzepte zu einer gemeinsamen fachlichen Grundlage zusammenzuführen. Dazu wurden z.B. im Rahmenlehrplan Naturwissenschaften Rheinland-Pfalz die elf einzelnen Basiskonzepte der Fächer Biologie, Chemie und Physik zu sieben gemeinsamen zusammengefasst: *System, Struktur – Eigenschaft – Funktion, Stoff – Teilchen – Materie, Chemische Reaktion, Wechselwirkung, Energiekonzept und Entwicklung*. Sie bilden die innerfachlichen Strukturen ab und geben Orientierung bei der Unterrichtsgestaltung in Themenfeldern, an denen Fragestellungen des *Lernbereichs Globale Entwicklung* anknüpfen. Fachlich vergleichbar zu den eher disziplinären Themen, etwa aus der Biologie, besteht der zentrale Unterschied im direkten Miteinander der Fächer. So ergibt sich eine ganzheitliche Betrachtungsweise, die den Zielen des *Lernbereichs Globale Entwicklung* entspricht (vgl. MBWJK Rheinland-Pfalz 2010).

#### 4.4.2.2 Fachbezogene Teilkompetenzen

Der *Lernbereich Globale Entwicklung* ermöglicht den Erwerb fachlicher als auch fachübergreifender Kompetenzen. Im Bereich der naturwissenschaftlichen Fächer kann dieses Ziel entweder durch Koordination oder einen gezielten Zusammenschluss von Biologie, Chemie und Physik in Projektphasen oder ggf. in einem Unterrichtsfach Naturwissenschaften angestrebt werden. Die Darstellung relevanter fachbezogener Teilkompetenzen, die im *Lernbereich Globale Entwicklung* erworben werden können, folgt jedoch zunächst der disziplinären Ausrichtung der naturwissenschaftlichen Fächer in den Bildungsstandards, da die Bildungsstandards nur getrennt für die drei Fächer bundeseinheitlich vorliegen.

Die im Orientierungsrahmen für den *Lernbereich Globale Entwicklung* vorgenommene Dreiteilung in die Kompetenzbereiche *Erkennen*, *Bewerten* und *Handeln* zielt auf einen ganzheitlichen Kompetenzbegriff, der durch die Formulierung von elf Kernkompetenzen und ihnen zugeordneten fachbezogenen Teilkompetenzen an praktische Erfahrungen und Umsetzungsmöglichkeiten der jeweiligen Unterrichtsfächer anknüpft. Im Kompetenzbereich *Erkennen* steht die zielgerichtete Informationsbeschaffung und -verarbeitung im Vordergrund. Im Bereich der naturwissenschaftlichen Fächer zählen dazu die Nutzung globaler Kommunikationsmöglichkeiten (z.B. Medien, Internet) und spezifischer Prognose- und Beschreibungsmodelle (z.B. die Klimamodelle des IPCC). Die Themen des *Lernbereichs Globale Entwicklung* erfordern dabei eine systemische Sichtweise, z.B. in der Betrachtung globaler Umweltprobleme oder alternativer Ansätze der Energieversorgung, die analytische Kompetenzen voraussetzt, um relevante Sachinformationen auswählen, zusammenstellen und kombinieren zu können. Die Fachinhalte der naturwissenschaftlichen Fächer stellen dabei ein Orientierungswissen zur Verfügung, das interdisziplinär mit persönlichen und gesellschaftlichen Perspektiven verknüpft werden muss.

Den Kompetenzbereich *Bewerten* gibt es mit gleicher Bezeichnung in den Bildungsstandards der drei naturwissenschaftlichen Fächer (Höttecke 2013). In beiden Systematiken geht es um die Kompetenz zur kritischen Reflexion, zum Perspektivenwechsel und zum Erkennen und Berücksichtigen von handlungsleitenden Normen, Werten, Interessen, Einstellungen oder Emotionen. Die kritische und reflektierte Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Gruppen oder dem eigenen Handeln betrifft insbesondere die Rolle des Menschen in ökologischen (z.B. der Konflikt zwischen Ausbeutung und Erhaltung biologischer Vielfalt) oder sozialen Dilemmata (z.B. das Für und Wider der Präimplantationsdiagnostik). Der Kompetenzbereich *Bewerten* beinhaltet sowohl das Erlernen von Perspektivenwechsel und kritischer Reflexion als auch den Erwerb rationaler Entscheidungsstrategien (vgl. Höttecke 2013).

Die aktive Rolle der Lernenden wird im Kompetenzbereich *Handeln* angesprochen. Lernaufgaben in den naturwissenschaftlichen Fächern zielen hier auf die Kreativität und Innovationsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler, z.B. im Hinblick auf eine nachhaltigere Nutzung natürlicher Ressourcen in der Energieversorgung. Auch

hier spielt die Berücksichtigung unterschiedlicher Perspektiven eine Rolle, jedoch stärker hinsichtlich der Generierung von Handlungsoption und der damit verbundenen Folgenabschätzung. Dies kann mit der Initiierung und Umsetzung von Projekten einhergehen, z. B. in der Analyse der Wärmedämmung des Schulgebäudes und darauf aufbauenden Empfehlungen für eine Optimierung.

Die exemplarische Darstellung der engen Bezüge zwischen den Kompetenzbereichen des Orientierungsrahmens und den Inhalten der naturwissenschaftlichen Fächer verdeutlicht deren Relevanz für den *Lernbereich Globale Entwicklung*. Orientiert an den Leitideen des *Lernbereichs Globale Entwicklung – Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung, Modell gesellschaftlicher Handlungsebenen, Umgang mit Vielfalt, Perspektivenwechsel, Kontext- und Lebensweltorientierung* – leisten die naturwissenschaftlichen Fächer einen wesentlichen Beitrag zum Erwerb der übergreifenden Kompetenzen für eine zukunftsfähige Entwicklung. Die Herausforderung an den Fach- bzw. fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht besteht in der Verknüpfung der fachbezogenen Teilkompetenzen und Themen mit den elf Kernkompetenzen des Lernbereichs in kontextorientierten Aufgaben und Lernsituationen. Die Wechselwirkungen und Zielkonflikte zwischen den vier Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung auf verschiedenen Handlungsebenen sind für die fachbezogenen Kompetenzen und Themen in allen drei Fächern bedeutsam.

### **Fachbezogene Teilkompetenzen des naturwissenschaftlichen Unterrichts für den Mittleren Schulabschluss, bezogen auf die Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung**

In der folgenden Übersicht werden die Kernkompetenzen des *Lernbereichs Globale Entwicklung* vor dem Hintergrund der naturwissenschaftlichen Fächer spezifiziert. Bei der Konkretisierung der übergeordneten Kompetenzbereiche *Erkennen, Bewerten* und *Handeln* durch fachbezogene Teilkompetenzen wird ein Bezug zu den KMK-Bildungsstandards hergestellt – durch die Verwendung von Formulierungen der Bildungsstandards, durch die Übernahme von Formulierungen der 1. Ausgabe des Orientierungsrahmens *Globale Entwicklung* (Mayer et al., 2007) sowie ggf. durch Modifizierungen. Die Bezüge zu den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (KMK 2005 a, b, c) sind für das jeweilige Fach mit einem Kürzel gekennzeichnet (Beispiel: Chemie E8 steht für den Standard 8 im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung: „Die Schülerinnen und Schüler zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf“).

ERKENNEN	
Kernkompetenzen	Fachbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler können ...	
<p><b>1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung</b> ... Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung beschaffen und themenbezogen verarbeiten.</p>	<p>1.1 ... Möglichkeiten der globalen Kommunikation (Medien, Internet) zur Erschließung fachbezogener Themen im globalen Zusammenhang nutzen. (<b>Biologie K4, K7 / Chemie K1, K2 / Physik K3</b>)</p> <p>1.2 ... globale Umweltprobleme als Probleme auf großen Raum-Zeitskalen verstehen. (<b>Biologie K8</b>)</p> <p>1.3 ... Informationen aus Prognosen, Modellen und Zukunftsszenarien verarbeiten. (<b>Biologie K4, K6 / Chemie E7</b>)</p> <p>1.4 ... relevante Sachinformationen über die betroffenen ökologischen, ökonomischen und sozialen Systeme zusammenstellen und kausale Beziehungen herstellen. (<b>Biologie K7 / Physik E2, B2</b>)</p>
<p><b>2. Erkennen von Vielfalt</b> ... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt in der Einen Welt erkennen.</p>	<p>2.1 ... die biologische und stoffliche Vielfalt und deren Vernetzung auf atomarer, genetischer, organismischer und ökologischer Ebene erkennen. (<b>Biologie F2.5 / Chemie F1.5</b>)</p> <p>2.2 ... die ökologische, wirtschaftliche und kulturelle Dimension biologischer und stofflicher Vielfalt erkennen.</p> <p>2.3 ... die Reduktion natürlicher Vielfalt und damit verbundene Risiken erkennen.</p> <p>2.4 ... die natürliche Vielfalt der Art Homo sapiens sowie die Vielfalt soziokultureller Lebensformen erkennen.</p>
<p><b>3. Analyse des globalen Wandels</b> ... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mit Hilfe des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung fachlich analysieren.</p>	<p>3.1 ... Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen erörtern. (<b>Biologie F3.8 / Chemie B5 / Physik B3</b>)</p> <p>3.2 ... die Dimensionen Wirtschaft/Soziales/Politik mit Umwelt in Beziehung setzen und Verflechtungen erkennen. (<b>Biologie K8 / Physik B4</b>)</p>

	<p>3.3 ... die grundlegenden Kriterien von nachhaltiger Entwicklung verstehen. (<b>Biologie F1.8</b>)</p> <p>3.4 ... Probleme nachhaltiger Entwicklung und der Entwicklungspolitik aus der Sicht unterschiedlicher Länder vergleichen.</p> <p>3.5 ... exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Naturwissenschaften aufzeigen. (<b>Chemie E8 / Physik B2</b>)</p>
<p><b>4. Unterscheidung von Handlungsebenen</b></p> <p>... Handlungsebenen vom Individuum bis zur Weltenebene in ihrer jeweiligen Funktion für Entwicklungsprozesse erkennen.</p>	<p>4.1 ... (entwicklungs)politische Probleme aus naturwissenschaftlicher Sicht auf unterschiedlichen Ebenen (Individuum, Gesellschaft) analysieren.</p> <p>4.2 ... ökonomische, technische, soziale und ökologische Handlungsmöglichkeiten für einen nachhaltigen Umgang mit der Natur auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen erkennen. (<b>Biologie B7 / Chemie B3 / Physik B2</b>)</p> <p>4.3 ... an Beispielen des Rohstoff- und Energieverbrauchs – in Bereichen wie Ernährung, Medikamente und Kosmetika, Kleidung, Energie – das Verhalten von Produzenten, Dienstleistern und Konsumenten beschreiben.</p>
<b>BEWERTEN</b>	
<p><b>5. Perspektivenwechsel und Empathie</b></p> <p>... sich eigene und fremde Wertorientierungen in ihrer Bedeutung für die Lebensgestaltung bewusst machen, würdigen und reflektieren.</p>	<p>5.1 ... biologische Vielfalt in ihrer Bedeutung für eine nachhaltige Lebensgestaltung angesichts unterschiedlicher Voraussetzungen beschreiben.</p> <p>5.2 ... kulturelle Vielfalt und wertorientierte Verhaltensweisen von Menschen, z.B. hinsichtlich Arbeitsteilung, Ernährung und Verhältnis zur Natur, reflektieren.</p> <p>5.3 ... das Verhalten von Menschen als Gestalter, Nutzer, Zerstörer und Regenerierer von Ökosystemen wertend beschreiben. (<b>Biologie F3.8, B5</b>)</p> <p>5.4 ... die Perspektiven von beteiligten Gruppen in ökologisch-sozialen Konflikten einnehmen und reflektieren.</p>



	5.5 ... entwicklungsrelevante Aussagen aus verschiedenen Perspektiven diskutieren und bewerten. ( <b>Chemie B5</b> )
<p><b>6. Kritische Reflexion und Stellungnahme</b></p> <p>... durch kritische Reflexion zu Globalisierungs- und Entwicklungsfragen Stellung beziehen und sich dabei an der internationalen Konsensbildung, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung und an den Menschenrechten orientieren.</p>	<p>6.1 ... zwischen beschreibenden oder erklärenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen unterscheiden. (<b>Biologie B1 / Physik E2</b>)</p> <p>6.2 ... verschiedene Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der Gesundheit beurteilen. (<b>Biologie B2</b>)</p> <p>6.3 ... die Einteilung von Menschen in Rassen als biologisch grundlos erkennen und zu Rassismus vor dem Hintergrund der allgemeinen Menschenrechte Stellung beziehen.</p> <p>6.4 ... (an Beispielen) in den Medien hervorgehobene entwicklungsrelevante Erkenntnisse und Methoden unter Berücksichtigung gesellschaftlich verhandelbarer Werte beurteilen. (<b>Biologie B3 / Chemie K8</b>)</p>
<p><b>7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen</b></p> <p>... Ansätze zur Beurteilung von Entwicklungsmaßnahmen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und Rahmenbedingungen erarbeiten und zu eigenständigen Bewertungen kommen.</p>	<p>7.1 ... die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in ein Ökosystem beschreiben und beurteilen. (<b>Biologie B5 / Physik B2</b>)</p> <p>7.2 ... Beispiele umwelt- und sozialverträglicher Nutzungsformen von Ökosystemen bewerten. (<b>Biologie B7</b>)</p> <p>7.3 ... die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme durch konkrete Entwicklungsmaßnahmen oder politische Entscheidungen unter dem Aspekt nachhaltiger Entwicklung bewerten. (<b>Biologie B6</b>)</p> <p>7.4 ... unterschiedliche Handlungsoptionen für konkrete Entwicklungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und berechtigten Interessen hinsichtlich ihrer Zukunftsfähigkeit bewerten.</p>

<b>HANDELN</b>	
<p><b>8. Solidarität und Mitverantwortung</b></p> <p>... Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen.</p>	<p>8.1 ... eigene Handlungsoptionen einer umweltverträglichen Lebensweise im Sinne der Nachhaltigkeit entwickeln und vertreten. <b>(Biologie B7)</b></p> <p>8.2 ... ihre Mitverantwortung für Prozesse des globalen Wandels erkennen, reflektieren und zum Ausdruck bringen.</p>
<p><b>9. Verständigung und Konfliktlösung</b></p> <p>... zur Überwindung soziokultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und Zusammenarbeit sowie zu Konfliktlösungen beitragen.</p>	<p>9.1 ... den Zusammenhang von Bevölkerung, Lebensstandard und Ressourcenbedarf (Rohstoffe, Energie, Nahrung, Raum) bei der Erörterung von Konflikten angemessen berücksichtigen. <b>(Chemie K9 / Physik F4)</b></p> <p>9.2 ... sich in Entwicklungsdialoge zur Armutsbekämpfung mit der dafür erforderlichen Offenheit und respektvollen Haltung einbringen.</p>
<p><b>10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel</b></p> <p>... die gesellschaftliche Handlungsfähigkeit im globalen Wandel vor allem im persönlichen und beruflichen Bereich durch Offenheit und Innovationsbereitschaft sowie durch eine angemessene Reduktion von Komplexität sichern und die Ungewissheit offener Situationen ertragen.</p>	<p>10.1 ... bei komplexen Fragen der nachhaltigen Entwicklung mittels geeigneter Instrumente (z.B. Ökobilanz, Umweltfolgenbewertung) Handlungsoptionen herausarbeiten. <b>(Biologie B7)</b></p> <p>10.2 ... langfristige Folgen mittels Modellbildung, Prognosen und Szenarien erschließen. <b>(Biologie E12 / Chemie E7 / Physik E3)</b></p> <p>10.3 ... Zusammenhänge zwischen Infektionskrankheiten und Bevölkerungsdichte, Mobilität, Ferntourismus und Hygiene erfassen und für das eigene Handeln nutzen.</p> <p>10.4 ... Lösungsstrategien für Zielkonflikte auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung entwerfen und Umsetzungsmöglichkeiten sondieren. <b>(Biologie B7 / Chemie B6)</b></p>

### **11. Partizipation und Mitgestaltung**

Die Schülerinnen und Schüler können und sind auf Grund ihrer mündigen Entscheidung bereit, Ziele der nachhaltigen Entwicklung im privaten, schulischen und beruflichen Bereich zu verfolgen und sich an ihrer Umsetzung auf gesellschaftlicher und politischer Ebene zu beteiligen.

11.1 ... sich in verschiedenen Bereichen (Konsum, Freizeit, Medien) individuelle und gesellschaftliche Handlungsoptionen unter Abwägung von Chancen und Risiken erschließen und vor dem Hintergrund naturwissenschaftlichen Wissens vergleichen.  
**(Physik B2, B3)**

11.2 ... die Grenzen rein physikalischer, chemischer oder biologischer Sichtweisen und Handlungsmöglichkeiten erörtern und daraus Schlüsse für das eigene Handeln ziehen.  
**(Biologie E8 / Chemie B4 / Physik B1)**

### 4.4.2.3 Beispielthemen

Kompetenzen können nur situativ erworben werden. Entsprechend bedarf es für ihren Erwerb eines thematischen Handlungsrahmens, innerhalb dessen fachliche Inhalte und Kompetenzen methodisch vielfältig zum Gegenstand von Unterricht und Lernprozessen werden. Möglichkeiten für den Erwerb fachlicher oder fächerübergreifender Kompetenzen des *Lernbereichs Globale Entwicklung* eröffnen sich vor allem über die gezielte Verwendung von Kontexten (vgl. Wodzinski 2013).

Unter Kontexten versteht man in diesem Zusammenhang individuelle, gesellschaftliche oder technische Anwendungsaspekte, die für die Lernenden sinnstiftend und relevant sind (OECD 2000). Durch die Verwendung von Kontexten werden Fachinhalte zu schüler- und gesellschaftsrelevanten Themen verknüpft. Das Kriterium der Relevanz ist erforderlich, weil eine Auswahl von Kontexten niemals vollständig sein kann und im Verlauf des gesellschaftlichen Wandels einer stetigen Aktualisierung bedarf.

Um die Anschlussfähigkeit des Orientierungsrahmens an die Schulpraxis zu erleichtern, werden in der folgenden Übersicht zu Beispielthemen unterrichtsnahe Anregungen gegeben. Diese Liste wird ergänzt durch eine Aufstellung publizierter Unterrichtseinheiten sowie durch eine Übersicht leicht verfügbarer Online-Materialien (beides auf den Internetplattformen zum Orientierungsrahmen [www.engagement-global.de/globale-entwicklung.html](http://www.engagement-global.de/globale-entwicklung.html) und [www.globaleslernen.de](http://www.globaleslernen.de)).

Die Beispielthemen nehmen nicht in Anspruch, inhaltliche Prioritäten oder einen Themenkanon darzustellen, und können jederzeit ergänzt werden. Es handelt sich um naheliegende bzw. in der Praxis bewährte Themen, die die Möglichkeiten verdeutlichen, im Fachunterricht (aber auch fachübergreifend oder fächerverbindend) Kompetenzen des Lernbereichs zu erwerben. Die publizierten Unterrichtsbeispiele (s.o.) sind meist aus der Perspektive eines Faches geschrieben. Es zeigen sich jedoch zumeist mehr oder weniger explizite Anknüpfungspunkte für die anderen Fächer. Eine weitere Quelle für naturwissenschaftliche Themenvorschläge (und Anregung zu fachlichen Kooperationen) sind die Kerncurricula/Lehrpläne anderer Unterrichtsfächer, insbesondere der Erdkunde /Geographie.

### Naturwissenschaftsbezogene Themenvorschläge für den Lernbereich Globale Entwicklung

Die Kompetenzverweise beziehen sich auf die vorangehende Übersicht zu den Kompetenzen: die erste Ziffer verweist auf die Kernkompetenz des Orientierungsrahmens, die zweite auf die zugeordnete fachbezogene Teilkompetenz.

Themenbereich	Beispielthemen	Kompetenzen
<b>1. Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse: Diversifikation und Inklusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit Tieren – Naturschutz oder Nahrung am Beispiel von Fischen, Walen und Delfinen</li> <li>• Rohstoffnutzung im globalen Vergleich</li> <li>• Ökosysteme – Schutz / wirtschaftliche Nutzung am Bsp. Regenwald und Wattenmeer</li> <li>• Naturverständnis in verschiedenen Kulturen</li> </ul>	3.1, 5.2, 5.3, 9.1
<b>4. Waren aus aller Welt: Produktion, Handel und Konsum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Vielfalt: eine zu schützende Lebensgrundlage</li> <li>• Belastete Konsumgüter aus aller Welt (Nahrungsmittel, Kleidung, Spielzeug ...)</li> <li>• Nachhaltigkeit der Rohstoffgewinnung für unsere Konsumgüter</li> <li>• Virtuelles Wasser – der Wasserverbrauch bei der Produktion von Gütern</li> </ul>	2.3, 4.3, 5.1, 5.3, 11.1
<b>5. Landwirtschaft und Ernährung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachwachsende Rohstoffe – Konkurrenz zwischen Ernährung und Energiegewinnung</li> <li>• Produktion von Nahrungsmitteln in verschiedenen agraren Wirtschaftsformen (industriell vs. biologisch dynamisch bzw. Monokulturen vs. Mischkulturen)</li> <li>• Konsequenzen steigenden Fleischkonsums</li> <li>• Wie nachhaltig ist eine Biogasanlage?</li> </ul>	2.2, 3.5, 5.2, 11.1
<b>6. Gesundheit und Krankheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährung und Hunger in der Welt: Fehl-/ Mangelernährung und ihre Folgen</li> <li>• Das Ozonloch – Ursachen, Folgen und Möglichkeiten der Einflussnahme</li> <li>• Die globale Verbreitung von Viren am Beispiel von Aids u. Ebola u. ihre Bekämpfung</li> </ul>	1.3, 3.5, 6.2, 8.1

<b>7. Bildung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Möglichkeiten und Grenzen des Beitrags der Naturwissenschaften zu einer nachhaltigen Entwicklung</li> </ul>	6.1, 11.2
<b>9. Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen und Energiegewinnung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie von der Sonne – Die thermische Nutzung der Solarenergie (u.a. der Traum von Desertec)</li> <li>• Biologische Vielfalt und Ernährungssicherung (Kulturpflanzenvielfalt und Weltenernährung; Gentechnik, Biopiraterie und Nahrungssouveränität)</li> <li>• Nachwachsende Rohstoffe – vom Raps zum Biodiesel</li> <li>• Vom Holz zum Papier; ist ein umweltschonender Verbrauch möglich?</li> <li>• Recycling statt wachsender Abfall</li> <li>• Windenergie als Alternative – Produktion, Transport, Verbreitung, Nutzung, Kosten</li> <li>• Energiesparhäuser im Vergleich</li> <li>• Folgen der Kunststoffe im Alltag: der Plastik-Ozean</li> <li>• Wasserverschmutzung durch Bergbau, industrielle und landwirtschaftliche Produktionsprozesse</li> <li>• Erkundung eines Biosphärenreservats</li> </ul>	Anknüpfung an nahezu alle Kompetenzen möglich
<b>10. Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoff – Energieträger mit Zukunft</li> <li>• Die fossile Energiefalle</li> <li>• Mobile Energiespeicher der Zukunft</li> <li>• Kernenergie in einer globalisierten Welt – Fukushima und die Energiewende</li> <li>• Fracking – zukunftsfähige Technologie oder neues Umweltrisiko?</li> </ul>	1.4, 3.1, 3.5, 7.1, 8.2
<b>11. Globale Umweltveränderungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der globale Klimawandel – Ursachen, Folgen, Maßnahmen</li> <li>• Gefährdung, Erhalt und nachhaltige Nutzung biologischer Vielfalt</li> </ul>	1.3, 2.3, 5.1, 5.3, 7.1, 8.2, 10.2

<b>12. Mobilität, Stadtentwicklung und Verkehr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanz der Schadstoffbelastungen durch wachsenden Verkehr (zu Lande, zu Wasser, in der Luft)</li> <li>• Bäume in der Stadt – einheimisch oder exotisch?</li> <li>• Die Entwicklung der Mobilität – Vom Fahrrad zum Auto und zurück</li> <li>• Lärm und Lichtverschmutzung: Ursachen, Folgen und Maßnahmen</li> </ul>	1.2, 3.5, 5.5, 6.2, 10.4
<b>13. Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der ökologische Fußabdruck</li> <li>• Qualität und Wirkung von Öko-Labeln</li> <li>• Automatisierte Arbeitsprozesse</li> </ul>	4.2, 10.1
<b>15. Armut und soziale Sicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Entwicklungsprojekts aus naturwissenschaftlicher Sicht in Kooperation mit einer NRO</li> </ul>	1.4, 3.3, 3.5, 5.2, 7.4, 9.2, 10.4
<b>19. Entwicklungszusammenarbeit und ihre Institutionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungszusammenarbeit und Artenvielfalt – das Beispiel Madagaskar</li> </ul>	1.4, 3.4, 4.1, 7.1, 7.2, 7.4
<b>20. Global Governance – Weltordnungspolitik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefährdung und Erhalt globaler Gemeinschaftsgüter (z.B. Klima, Meere, Kontrolle ansteckender Krankheiten)</li> </ul>	1.1, 4.1, 7.4, 10.4
<b>21. Kommunikation im globalen Kontext</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire Elektronik – ein schöner Traum?</li> </ul>	1.1, 8.1, 11.1

#### 4.4.2.4 Kompetenzorientiertes Unterrichtsbeispiel: **Zukunftsfähigkeit der Energieversorgung in einer globalisierten Welt** (Jg. 10)

##### **Begründung der Themenwahl**

Das Thema „Zukunftsfähigkeit der Energieversorgung“ ist aus verschiedenen Gründen geeignet, Ziele und Ansätze eines Unterrichts zur Förderung globaler Perspektiven im Sinne der Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung zu veranschaulichen: Es betrifft alle Menschen in allen Teilen der Erde und muss im Einklang mit den international vereinbarten Grundsätzen der Nachhaltigkeit zügig einer Lösung zugeführt werden. Zu dem Thema liegt bereits eine Reihe von konzeptionellen fachdidaktischen Vorschlägen inklusive erprobter Materialien wie Aufgaben und Experimente für verschiedene Fächer vor, so dass eine Umsetzung im regulären Schulunterricht gut möglich sein sollte. Das Thema verknüpft verschiedene Fachperspektiven und ermöglicht eine gemeinsame Diskussion innerhalb der Naturwissenschaften, aber auch darüber hinaus. Alle für die Naturwissenschaften formulierten Kompetenzbereiche werden aufgegriffen, und es ist eine Differenzierung nach Interessen und Fähigkeiten möglich. Darüber hinaus lässt sich die Verschränkung individueller, lokaler, nationaler und globaler Entscheidungsprozesse aufzeigen. Das Thema hat Bedeutung für den Alltag der Lernenden und findet sich in gesellschaftsrelevanten Diskussionen sowie in wissenschaftlich-technischen Diskursen und Forschungsarbeiten. Für eine umfassende Behandlung des Themas bietet sich eine Verknüpfung biologischer (z.B. Energiepflanzen), chemischer (z.B. Energiespeicher) und physikalisch-technischer (z.B. Energietransport) Perspektiven an. Das Thema bietet verschiedene Zugänge zur Umsetzung fachdidaktischer Konzepte sowie zur Berücksichtigung von Befunden aus der allgemeinen und fachbezogenen Lehr-Lern-Forschung. So können z.B. die Interessen von Schülerinnen und Schülern sowohl über Wege einer Kontextualisierung („context-based learning“) als auch über die Strukturierung von Aktivitäten (z.B. im Sinne eines „inquiry-based learning“) aufgegriffen und gefördert werden. Vor allem mit dem Fach Erdkunde/Geographie, das die raumwirksamen Prozesse aus natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Sicht in den Blick nimmt, bietet sich eine Zusammenarbeit an.

##### **Kompetenzraster**

Im Unterricht des dargestellten Beispiels sollen im Wesentlichen die Kernkompetenzen 1, 4, 5 und 11 des *Lernbereichs Globale Entwicklung* gefördert werden. Die in der Tabelle aufgeführten drei Anforderungsstufen für einen Mittleren Schulabschluss beschreiben die erreichbaren Niveaus im Hinblick auf Leistungsbewertungen und Rückmeldungen an die Schülerinnen und Schüler. Die höheren Anforderungsstufen schließen dabei die jeweils niedrigeren ein. Durch die jeweiligen Rahmenbedingungen, Lerngruppen und fachlichen Prioritäten können sich unterschiedliche Anforderungen ergeben. Sie müssen ggf. durch spezifische fachliche und überfachliche Anforderungen ergänzt werden.



Spezifische Kompetenz	Fachkompetenz	Anforderungsstufe 1 (min.)	Anforderungsstufe 2	Anforderungsstufe 3 (max.)
		<b>Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Fachkenntnisse ...</b>		
1. ... relevante Informationen zur Energieversorgung und ihrer Entwicklung beschaffen.	1.1, 1.4	... mit entsprechender Hilfe Informationen zu Aspekten der Energieversorgung erschließen und wiedergeben.	... weitgehend selbstständig aus verschiedenen Quellen geeignete Informationen zur Energieversorgung auswählen und strukturieren.	... selbstständig Informationen zur Energieversorgung in verschiedenen Quellen erschließen und hinsichtlich ihrer Eignung für die Bearbeitung vereinbarter Aufgaben bewerten und strukturieren.
2. ... verschiedene Entscheidungsträger und Handlungsebenen in der Energieversorgung erkennen.	4.1, 4.3	... private Haushalte, Wirtschaftsunternehmen u. politische Institutionen als Entscheidungsträger erkennen u. in ihrer Rolle für die Energieversorgung beschreiben.	... Bezüge verdeutlichen, die in der Energieversorgung zwischen den unterschiedlichen Handlungsebenen und Entscheidungsträgern bestehen.	... Abhängigkeiten und gegenläufige Interessen in der globalisierten Energieversorgung aufzeigen und zukünftige Entwicklungen einschätzen.
3. ... durch Perspektivenwechsel zur Bewertung von Akteuren der Energieversorgung kommen.	5.4, 5.5	... eigene Wünsche und Erwartungen und die anderer Akteure an die Entwicklung der Energieversorgung beschreiben.	... Perspektiven verschiedener Akteure der Energieversorgung einnehmen und deren Entwicklungsstrategien wertend gegenüberstellen.	... divergierende Perspektiven und Entscheidungen zu einer zukunftsfähigen Energieversorgung nachvollziehen und vor dem Hintergrund eigener Überzeugungen kritisch bewerten.
4. ... für eine nachhaltige Energieversorgung eintreten.	11.1	... eigene Möglichkeiten entwickeln, Ziele einer nachhaltigen Energieversorgung zu verfolgen und aus naturwissenschaftlicher Sicht begründen.	... divergierende Strategien einer globalisierten Energieversorgung konzeptionell zu einer nachhaltigen Entwicklung zusammenführen.	... sich in wichtigen Lebensbereichen individuelle und gesellschaftliche Handlungsoptionen für eine nachhaltige Energieversorgung zu eigen machen und aus naturwissenschaftlicher Sicht Vorteile und Risiken abwägen.

### Unterrichtsverlauf

Da der naturwissenschaftliche Unterricht in der Sekundarstufe I unterschiedlich organisiert ist, hält der Vorschlag für ein Unterrichtsvorhaben mehrere Wege der Umsetzung offen. So können die drei Fächer Biologie, Chemie und Physik mit ihren jeweiligen Schwerpunkten in einer gemeinsamen Projektphase zusammenarbeiten, das Thema kann aber auch in einem integrierten Fach Naturwissenschaften bearbeitet werden.

Der vorgeschlagene Unterrichtsverlauf ist in vier Phasen untergliedert (s. Tab.). In einer **Motivationsphase (I)** werden die Schülerinnen und Schüler an einem aktuellen Beispiel für das Thema interessiert. Dabei werden Vorkenntnisse in Erinnerung gerufen. Danach (**Fachphase II**) erfolgt in Kleingruppen (2-3 Sch.) der Einstieg in eine fachspezifische Vorbereitung durch die weitgehend selbständige Bearbeitung von Materialien zu einem der drei Fächer Biologie, Chemie und Physik (**IIa Einstieg, IIb fachspezifische Erarbeitung**). In der sich anschließenden **Fachphase IIc** (fachbezogener Austausch) erfolgt dann in den drei naturwissenschaftlichen Fächern getrennt ein Austausch unter den Kleingruppen, die in der Phase IIb zuvor zu den Schwerpunkten des jeweiligen Faches gearbeitet haben. Die Schülerinnen und Schüler geben sich nach ihrer Einarbeitung in ein vorgegebenes Thema/Leitfragen in dem anschließenden fachbezogenen Austausch das erworbene Wissen als Experten gegenseitig weiter. In einem Gruppenpuzzle **Expertenphase (III)** werden dann in 5-6 Gruppen vorgegebene Positionen zur Zukunft der Energieversorgung aus verschiedenen Perspektiven mit Hilfe der in jeder Gruppe vertretenen Fachexperten erarbeitet und anschließend im Plenum in einer **Präsentations- und Diskussionsphase (IV)** vorgestellt und diskutiert (vgl. Höttecke & Hartmann-Mrochen 2013).

	Inhalt/Ziel	Arbeitsform	Zeitbedarf
<b>I. Motivationsphase</b>	Einstieg an Hand eines aktuellen Beispiels	Präsentation, Gespräch; gesamte Klasse	15–45 min
<b>II. Fachphase:</b> <b>a. Einstieg</b>	Überblick fachl. Leitfragen u. Schwerpunkte; Gruppenaufteilung	Informations- u. Planungsgespräch mit gesamter Klasse	30–45 min
<b>II. Fachphase:</b> <b>b. fachspezifische Erarbeitung</b>	Bearbeitung von fachlichen Schwerpunkten anhand vorbereiteter Fragen und Materialien	Schüler gesteuerte Arbeit in jew. 2-3 Kleingruppen zu Bio, Ch, Phy - z.B. mit Hilfe von Mind Maps und/oder der Cluster-/ Moderationsmethode	2 x 45 min
<b>II. Fachphase:</b> <b>c. fachbezogener Austausch</b>	Austausch von jew. 2-3 Kleingruppen zu den Schwerpunkten ihres jew. Faches	SuS informieren sich in Fachgruppen Bio, Ch, Phy gegenseitig über Ergebnisse ihrer fachl. Schwerpunkte.	2 x 45 min
<b>III. Expertenphase</b>	Erarbeitung von unterschiedlichen Perspektiven und Positionen zur Zukunft der Energiegewinnung	Gruppenpuzzle: Fachexperten bearbeiten in 5-6 Gruppen (mit jew. ausgewählter Perspektive zur Zukunft der Energiegewinnung) eine spezifische Position.	2 x 45 min
<b>IV. Präsentations- und Diskussionsphase</b>	Austausch der Ergebnisse, Reflexion	Plenum: Gruppen präsentieren und diskutieren ihre Ergebnisse.	45–90 min

**I. Motivationsphase:** Für den Einstieg können Filmausschnitte, Zeitungsberichte, Werbeanzeigen u. Ä. eingesetzt werden, um die Relevanz der Thematik zu verdeutlichen. Geeignete Inhalte wären z.B. Folgen der Nutzung fossiler Energieträger, Debatten über die konkurrierende Nutzung von Anbauflächen für Lebensmittel und Biotreibstoffe, Vorschläge zur Energiewende oder Zeitungsmeldungen zur Energiepolitik und -technik im Rückblick der vergangenen 50 Jahre (vgl. Haupt 2011). Alternativ kann mit einem kurzen Rollenspiel unterschiedlicher Interessenvertreter zur Gestaltung einer nachhaltigen Energie- und Ressourcenpolitik begonnen werden, das am Ende der Unterrichtseinheit auf Basis der erarbeiteten Einsichten aufgegriffen und ggf. fortgeführt wird.

**II. Fachphase:** Ziel der fachspezifischen Vorbereitung muss es sein, die jeweiligen fachlichen Herangehensweisen in der komplexen Thematik zu erkennen und herauszustellen. Geeignete Methoden dafür sind die Entwicklung von Mind Maps oder die Cluster-/Moderationsmethode. Anschließend tragen die Teilnehmer der Kleingruppen zu jeweils einem der drei Fächer ihre Kenntnisse zu unterschiedlichen Leitfragen zu „ihrem“ Fach zusammen und benennen offene Fragen für die weitere Erarbeitung. Die Schülerinnen und Schüler erschließen das Thema aus fachspezifischer Sicht; Anknüpfungspunkte an das Vorwissen werden genutzt. In der Fachphase geht es sowohl um fachliche Klärungen („Wie funktioniert ein Sonnenkollektor?“ oder „Was braucht Raps zum Wachsen?“) als auch um eine Zusammen- und Gegenüberstellung von Bewertungskriterien. (Die Fachphase wird im Anschluss an diesen Überblick zum Unterrichtsverlauf unter **Fachliche Fundierung** – s. S. 392 – konkret dargestellt.)

**III. Expertenphase:** In der Expertenphase werden die Expertisen der verschiedenen Fachgruppen in neuen, themenbezogenen Gruppen als Gruppenpuzzle zusammengefasst. Darauf aufbauend sollen die Gruppen anschließend jeweils aus unterschiedlichen Perspektiven eine **spezifische Position zur Zukunft der Energieversorgung** erarbeiten und begründen. Schwerpunkte der einzelnen Gruppen können sein:

1. die Sicht eines Energieversorgungsunternehmens
2. die Sicht einer Bauernkooperative in Brasilien
3. die Sicht einer Kleinfamilie in Deutschland
4. die Sicht einer Nicht-Regierungs-Organisation
5. die Sicht eines Referatsleiters im Ministerium für Energie

sowie ggf. weitere Perspektiven aus der Sicht eines Entwicklungs- oder Schwellenlandes. In dieser Phase verlassen die Arbeitsaufträge die naturwissenschaftliche Sicht; die Schülerinnen und Schüler erarbeiten im Rahmen einer angeleiteten Internetrecherche die jeweilige Perspektive.

Beispielhaft seien hier mögliche Fragen aus drei unterschiedlichen Blickwinkeln genannt:

Aus der **Sicht des Vorstandsvorsitzenden eines großen Energieversorgungsunternehmens** (1), das an der Börse notiert ist, ergeben sich Fragestellungen wie:

- *Welche Energieformen versprechen die höchste Rendite?*
- *Wie wirken sich die politischen Rahmenbedingungen (z.B. Ökostromumlage, Ausstieg aus der Kernenergie) auf Umsatz und Ertrag des Unternehmens aus?*
- *Welche Unternehmenspolitik folgt aus den politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen?*

Aus der **Sicht einer brasilianischen Bauernkooperative** (2) ist das Verhältnis zwischen der Teilhabe am globalisierten Markt und der Produktion für grundlegende Bedürfnisse der eigenen Gesellschaft besonders bedeutsam. So steht zum Beispiel die eigene Ernährung in einem Spannungsverhältnis zur Biosprit-Produktion in Industrienationen (Maispreise). Es ergeben sich Fragen wie:

- *Verteuert die Flächennutzung für Biosprit die Nahrungsmittel?*
- *Müssten sich die Bauern für Exportzölle einsetzen?*
- *Ist die Vernachlässigung von Fruchtfolgen in der extensiven Flächennutzung zu rechtfertigen?*

Aus der **Sicht einer Kleinfamilie in Deutschland** (3) können die steigenden Energiekosten für Wohnen und Mobilität untersucht werden:

- *Was kostet der Umstieg auf regenerierbare Energie für ein Einfamilienhaus/ eine durchschnittliche 3-köpfige Familie im Jahr?*
- *Lohnt sich der Umstieg auf ein umweltfreundliches Hybridauto, wenn man die Anschaffungs- und Betriebskosten in Betracht zieht?*
- *Ist das günstigere Haus im Grünen trotz deutlicher Entfernung vom Arbeitsplatz dem Wohnen in der Stadt (mit gut ausgebautem öffentlichen Verkehrsnetz) vorzuziehen?*

Darüber hinaus können die einzelnen Gruppen übergreifenden/eigenen Fragestellungen nachgehen und Ergebnisse in die abschließende Diskussion einbringen, z.B. durch die Bearbeitung der Aufgabe:

*Entwickelt eine zukunftsfähige Perspektive für die Energieversorgung im Jahr 2050!*

**IV. Diskussionsphase:** In dieser Phase präsentieren die verschiedenen Expertengruppen ihre erarbeiteten Positionen und stellen sie im Plenum zur Diskussion. In Form eines Rollenspiels kann anschließend eine Podiumsdiskussion die unterschiedlichen Positionen verdeutlichen.

### Fachliche Fundierung

Vor dem Hintergrund, dass hier ein fachübergreifender Unterrichtsvorschlag gemacht wird, der in Teilen für einzelne Lehrkräfte außerhalb ihrer Domäne steht, wird im Folgenden eine Darstellung der Fachphase (Iib, Iic) aus der Perspektive der jeweiligen Fächer gegeben.

**Biologie:** Vor Beginn der Unterrichtseinheit sollte eine fachspezifische Vorbereitung neben Grundlagen zu Energie und Energieformen (Strahlungsenergie, chemische Energie) auch die Grundprinzipien der Fotosynthese, abiotische Faktoren sowie Grundkenntnisse in ökologischen Zusammenhängen behandeln.

Der Schwerpunkt der **Fachphase Iib** liegt auf **landwirtschaftlichen Nutzpflanzen als Energieträger**. Dabei sollen verschiedene Pflanzen sowohl aus Mitteleuropa als auch aus den Tropen und Subtropen mit ihren ökologischen Ansprüchen in Hinblick auf eine Nutzung als Energieträger verglichen werden. *Welche Pflanzen / Pflanzenbestandteile können als Energieträger dienen? Was brauchen Raps / Mais zum Wachsen?* Die Besonderheiten des C4-Weges der CO<sub>2</sub>-Fixierung können hier als Schlüssel für die unterschiedliche Energieeffizienz von C3- und C4-Fotosynthese dienen.

**Ziel der ersten Stunde der Fachphase Iib** ist es, dass die Schülerinnen und Schüler die ökologischen Bedürfnisse der verschiedenen Nutzpflanzen und die Folgen einer bedarfsdeckenden Versorgung ökonomisch und ökologisch einschätzen können. Insbesondere die Problematik von Landverbrauch und die Konkurrenz des Anbaus von Energiepflanzen mit dem Anbau von Nahrungsmitteln sollen thematisiert werden. Bei vertiefter Behandlung des Themas können die Schülerinnen und Schüler die Energieeffizienz der C3- und C4-Fotosynthese einschätzen und durch eine Kosten-/Nutzenrechnung sowie durch Einschätzung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Anbaus von Nutzpflanzen als Energieträger eine Bilanzierung vornehmen. Übergeordnetes Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler zu einer Abschätzung gelangen, in welchem Umfang nachwachsende Rohstoffe als regenerative Energieträger eine Alternative zu fossilen Energieträgern darstellen.

**Der Schwerpunkt der zweiten Stunde der Fachphase Iib** liegt auf den ökologischen Auswirkungen eines großflächigen Anbaus von „Energiepflanzen“. *Welche Folgen haben Monokulturen für die Biodiversität?* Ein Vergleich von Monokulturen in Mitteleuropa in industriellem und ökologischem Landbau sowie die Betrachtung der Folgen von Monokulturen in den Tropen und Subtropen mit Landverbrauch und fortschreitender Verdrängung von natürlichen Ökosystemen soll abschätzen helfen, welche Folgen für die heimischen Tiere und Pflanzen erwartet werden müssen bzw. bereits beobachtbar sind.

Ziel dieser Stunde ist es, dass die Schülerinnen und Schüler die Auswirkungen von Monokulturen für natürliche Ökosysteme und die Biodiversität erkennen. Auch die sozio-ökonomischen Folgen eines entsprechenden Anbaus in Entwicklungs- und Schwellenländern sollen eingeschätzt werden können. Bei vertiefter Behandlung des Themas können die Schülerinnen und Schüler Folgen für den Genpool und für die einheimische Fauna und Flora einschätzen.

In der **Fachphase IIc** werden die Ergebnisse der ersten beiden Stunden (Fachphase IIb) zusammengeführt. Dadurch können Nutzen und negative Folgen des großflächigen Anbaus von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen als Energieträger für die Natur (z.B. Biodiversität) und für die Menschen (Energie vs. Nahrungsmittel) gegenübergestellt werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei die globale Perspektive: *Welche Folgen hat der großflächige Anbau von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen als Energieträger für die wirtschaftlichen und sozialen Strukturen in Anbauländern, wenn die Energie in die Industrieländer exportiert wird? Welche Folgen hat die Flächenkonkurrenz von energetischen Nutzpflanzen und Nahrungsmittel-Nutzpflanzen für die Menschen in der Anbauregion?*

**Chemie:** Zur Einführung in die Unterrichtseinheit sollte eine fachspezifische Vorbereitung das notwendige Vorwissen sichern (zentrale Stoffklassen der Organischen Chemie, homologe Reihe, Oxidationsprodukte von Kohlenwasserstoffen sowie Bindungsenergien und energetische Aspekte bei chemischen Reaktionen). Gezielt sollte dabei noch einmal auf Reaktionstypen (insb. Redoxreaktionen) sowie Eigenschaften und Folgen von Verbrennungsprodukten eingegangen werden.

In der **Fachphase IIb** geht es um den **Weg vom Energieträger zum nutzbaren Energie**, exemplarisch für Raps und Erdöl. Dabei sollen verschiedene Aspekte (Gewinnung, technische und chemische Aufbereitung, Ökobilanz, ökologische Folgen) angesprochen werden (Materialien z.B. aus Bader, Nick & Melle 2001). Anschließend sollen Rapsöl und Biodiesel hinsichtlich ihrer Eigenschaften untersucht und auch mit normalem Diesel verglichen werden: *Wie sieht die CO<sub>2</sub>-Bilanz der verschiedenen Treibstoffe aus? Was sind die jeweiligen Verbrennungsprodukte? Wie sieht eine faire und umfassende Bilanzierung aus?*

**Ziel der ersten Stunde der Fachphase IIb** ist es, dass die Schülerinnen und Schüler zwischen den unterschiedlichen Treibstoffsorten unterscheiden können, indem sie sowohl auf die chemische Struktur, die Herstellung als auch unterschiedliche Stoffeigenschaften eingehen und damit Stoffklassen der Organischen Chemie grundlegend differenzieren. Mit Blick auf die Herstellung und Verwendung sollen sie die Folgen einer möglichen bedarfsdeckenden Versorgung ökonomisch und ökologisch einschätzen. Die Schülerinnen und Schüler können zudem Aspekte der CO<sub>2</sub>-Bilanz benennen und für den Vergleich verschiedener Brennstoffe berücksichtigen.

In der **zweiten Stunde der Fachphase IIb** geht es um chemische Energiespeicher. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler Möglichkeiten zur chemischen Speicherung von Energie kennenlernen. *Worin unterscheiden sich Batterie- und Akkumulator-Systeme? Wie grenzen sich Brennstoffzellen davon ab?* Hauptfokus ist hierbei wiederum der Vergleich der verschiedenen Systeme, aber auch die Berücksichtigung von Voraussetzungen für zentrale, dezentrale und lokale Szenarios einer entsprechenden Energieversorgung, z. B. für den Automobilverkehr.

Die Schülerinnen und Schüler sollen alternative Möglichkeiten für die Energieversorgung von Autos benennen und beschreiben können. Dabei sollen ihnen die technischen Herausforderungen, die für eine weitere Nutzung der verschiedenen Tech-

nologien gelöst werden müssen, bewusst werden; dies betrifft insbesondere die Gewinnung, Lagerung und den Transport von Wasserstoff. Insgesamt sollen die Schülerinnen und Schüler am Ende einschätzen können, in welchem Umfang ein Wasserstoff-basierter Antrieb eine Alternative zu fossilen Energieträgern darstellt.

In der **Fachphase IIc** werden die Ergebnisse der ersten beiden Stunden (Fachphase IIb) zusammengeführt. Dadurch werden die Vor- und Nachteile der mobilen Energieversorgung auf Basis von regenerativen Energien (im Verbrennungsmotor) einem alternativen Antriebskonzept (Elektroauto) gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung zielt dabei auf die Frage, welche Unterschiede für eine nachhaltige Energieversorgung im Transportbereich zu berücksichtigen sind. Dabei spielt die Nutzung der nicht nachhaltigen Ölvorkommen für Treibstoffe oder Rohstoffe genauso eine Rolle wie Umweltbelastungen durch Verkehr und Industrie als regionale Überlegungen, aber auch auf globaler Ebene hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels: *Worin unterscheidet sich die Situation stark wachsender Schwellenländer (explodierende Nachfrage an Autos, Aufbau einer nötigen Infrastruktur) von Industrieländern (gleichbleibend hohe Nachfrage an Autos, vorhandene, aber ggf. umzurüstende Infrastruktur)?* Dabei können auch Vernetzungsmöglichkeiten zwischen Regionen mit starkem Energie-/Treibstoffverbrauch und möglichen Erzeugerregionen am Beispiel Wasserstoff/Wasserspaltung mit Hilfe von Solarenergie (z.B. in Wüsten) aufgegriffen werden.

**Physik:** Zwei Themen bilden den inhaltlichen Schwerpunkt der fachlichen Vorbereitung: 1. Transport elektrischer Energie (Gleich- und Wechselspannung, Transformation, Leitungsverluste) und 2. physikalische Energieträger (Windenergie, Solarenergie, Atomenergie). Die fachlichen Inhalte sind entweder mittelfristig im Fachunterricht vorzubereiten, oder aber vorhandenes Fachwissen wird in der Einstiegsstunde des Unterrichtsvorhabens (Fachphase IIa) reaktiviert. Von besonderer Bedeutung sind die Inhalte Wechselspannung und Gleichspannung, elektrischer Widerstand, Leitungsverluste, Transformation, Generator und Elektromotor, elektrische Leistung im Haushalt sowie Energie, Energieträger, Energieformen.

Ausgehend von ihren Kenntnissen über einfache Stromkreise, Gleich- und Wechselspannung, Transformation und Leitungsverluste, lernen die Schülerinnen und Schüler in der **ersten Stunde der Fachphase IIb**, wie das nationale und das europäische Verbundnetz aufgebaut sind und erläutern, welche Vorteile dieser Aufbau mit sich bringt. Die Schülerinnen und Schüler haben einen Überblick entwickelt, welche Quellen es aktuell in Deutschland gibt und inwiefern sie sich als zentral oder dezentral beschreiben lassen. Die Schülerinnen und Schüler können mindestens eine übliche Art, elektrische Energie von einer Quelle zu einem Nutzer zu transportieren, erklären. Bei vertiefter Behandlung des Themas können sie Anforderungen einschätzen und Auswirkungen beschreiben, die sich aus dezentralen Versorgungstypen ergeben. Vor allem mit Blick auf Spitzenlast, regionale Abhängigkeiten, Nachtbedarf und Speichermöglichkeiten ergeben sich besondere Anforderungen an die Netze, die in Zukunft zu berücksichtigen sind. Letztlich sollen sich die Schülerinnen und Schüler an der ersten Leitfrage orientieren: *Inwieweit sind na-*

*tionale, zentrale Konzepte der Energieversorgung in der Zukunft tragfähig in Hinblick auf die zunehmende Integration regenerativer Energien?*

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der folgenden **zweiten Stunde der Fachphase IIb** die verschiedenen Energiequellen hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit und des Kosten-Nutzen-Effekts einschätzen. Die unterschiedlichen Kosten einerseits und die geographischen Abhängigkeiten andererseits sollen die Schülerinnen und Schüler zu der Überlegung führen, dass dezentrale Energiekonzepte allein kaum ausreichend sein können. Ein Vergleich mit zentralen, fossilen oder atomaren Energiekonzepten führt zu der Erkenntnis, dass eine Veränderung der Energiequellen zwangsweise auch zu Veränderungen im gesamten Versorgungskonzept führen muss, sowohl in Hinblick auf die Netze als auch auf die hoheitliche Planung. Eine Vertiefung in Richtung Kosten bzw. CO<sub>2</sub>-Bilanz der verschiedenen Quellen könnte zusätzliche wichtige Informationen beitragen. Die mögliche zweite Leitfrage für diesen Unterrichtsabschnitt wäre: *Welche Faktoren sind bei der gemeinsamen Nutzung fossiler und regenerativer Energieträger zu berücksichtigen?* Eine Zusammenführung mit den Informationen zum Energietransport und zu den Energiequellen in einem fachspezifischen Austausch (Fachphase IIc) eröffnet eine globale Dimension. Damit ergeben sich folgende abschließende Leitfragen: *Inwiefern eröffnet die Internationalisierung der Energiemärkte zusätzliche Möglichkeiten? Welche Perspektiven müssen dann ergänzend berücksichtigt werden?*

#### 4.4.2.5 Leistungsbeobachtung und Lernentwicklungsgespräche

Aus den gewählten spezifischen Kompetenzen und dem Kompetenzraster für das Unterrichtsvorhaben ergeben sich (jahrgangsanpassende) Lernziele sowie Anhaltspunkte für die Leistungsbeobachtung und für Lernentwicklungsgespräche. Sie sollten den Schülerinnen und Schülern frühzeitig bekannt sein und müssen durch Anforderungen zu (hier nicht angesprochenen) überfachlichen Kompetenzen (z.B. Kooperations- und Präsentationsfähigkeit) ergänzt werden. Eine besondere Herausforderung für die Lehrkraft ergibt sich aus der offenen Unterrichtsgestaltung, für die sich eine Leistungsbewertung an Hand von Portfolios, Reflektionsbögen oder eine wechselseitige Bewertung der Schülerinnen und Schüler anbietet. (s. Winter 2008; Paradies, Wester & Greving 2005).

Die notwendigen Schritte zu einer angemessenen Beobachtung und Rückmeldung sind:

1. Operationalisierung der für die Unterrichtseinheit ausgewählten spezifischen Kompetenzen für die einzelnen Phasen des Verlaufs
2. Weitere Ausarbeitung von Kriterien zur Abgrenzung der Leistungsniveaus, um eine Umsetzung in Noten zu ermöglichen und nachvollziehbar zu machen
3. Auswahl geeigneter Beobachtungsmethoden im offenen Lernarrangement und Ausgestaltung individueller Rückmeldungen.



#### 4.4.2.6 Literatur

- Bader, H.J., Nick, S., Melle, I. (2001): Nachwachsende Rohstoffe. Die Natur als chemische Fabrik. Lehrmaterialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I. Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e.V., Gülzow
- Bögeholz, S., Barkmann, J. (2005): Rational choice and beyond: Handlungsorientierende Kompetenzen für den Umgang mit faktischer und ethischer Komplexität. In: Klee, R.; Sandmann, A., Vogt, H. (Hrsg.): Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Bd. 2, Innsbruck, S. 211–224
- Eggert, S., Hössle, C. (2006): Bewertungskompetenz im Biologieunterricht. Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule, 55, 1, S. 1–10
- Eissen, M., Backhaus, D., Dick, M. (2008): Rohstoffe und Gesellschaft – PdN-Chis 4, S.35–40
- Gerling, J.P.; Wellmer, F.-W. (2005): Wie lange gibt es noch Erdöl und Erdgas? – ChiuZ 4, S. 236–245
- Gropengießer, H., Kattmann, U. (1994): Lehren fürs Leben. Biologie in der Schule 43, S. 321–328
- Haupt, P. (2011): Die Chemie im Spiegel einer Tageszeitung. Artikel der Jahre 2008 bis 2010. Oldenburg: BIS
- Höttecke, D. (2013). Bewerten – Urteilen – Entscheiden. Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 24 (2), S. 4 –12
- Höttecke, D. & Hartmann-Mrochen, M. (2013). „Flugobst“ unter der Lupe. Mit einem Planspiel urteilen und entscheiden. Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 24 (2), S. 27–33
- KMK (2005a): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004
- KMK (2005b): Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004
- KMK (2005c): Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004
- Kreysa, G. (2010): Irrungen und Wirrungen um Biokraftstoffe. Biokraftstoffe sind nicht per se nachhaltig – ChiuZ 5, S.332–338
- Lips, K., Rech, B. (2010): Silizium-Photovoltaik. Energie der Zukunft – PdN-ChiS 2, S.10–14
- Mayer, J. (2004): Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht. Zeitschrift für den Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Unterricht, 57, 2, S. 92 - 99
- Mayer, J., Gropengießer, H., Harms, U. (2007): Naturwissenschaftlicher Unterricht am Beispiel der Biologie. In: Appelt, D., Siege, H. (Hrsg.): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung. Bonn

- MBWJK Rheinland-Pfalz (Hrsg. 2010): Rahmenlehrplan Naturwissenschaften, Mainz
- Meissner, D. (2010): Energie für das Jahr 2050. Nachhaltige und CO<sub>2</sub>-freie Energieversorgung für eine Stabilisierung des Weltklimas – PdN-ChiS 2, S.6–10
- Menzel, S. & Bögeholz, S. (2005): Lernvoraussetzungen für Biodiversity Education in Deutschland und Chile am Beispiel endemischer Medizinalpflanzen. In: Korn, H. & Feit, U. (Hrsg.): Treffpunkt biologische Vielfalt V., Bonn, S. 97–103
- Menzel, S., Bögeholz, S. (2006): Vorstellungen und Argumentationsstrukturen von Schülerinnen und Schülern der elften Jahrgangsstufe zur Biodiversität, deren Gefährdung und Erhaltung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Jg. 12, S. 199–217
- OECD (2000): Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie PISA 2000. Paris
- Paradies, L., Wester, F. & Greving, J. (2005): Leistungsmessung und -bewertung. Berlin: Cornelsen Scriptor
- Rost, J., Lauströer, A., Rack, N. (2003). Kompetenzmodelle einer Bildung für Nachhaltigkeit. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 52 (8), S. 10–15
- Rost, J. (2005): Messung von Kompetenzen Globalen Lernens. Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik 28/2, S. 14–18
- Sgoff, D.; Bader, H.J. (2004): Wände als Wärmespeicher – Modellversuche zu neuen Baustoffen – Chemkon 2, S. 66–68
- Sommer, C., Mayer, J. (2001): Unterrichtseinheit: Nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt. 3 Bände. Köln
- Steinhäuser, K. G. (2007): Nachhaltige Chemie und REACH – PdN-ChiS 5, S. 6–9
- Tamme, R.; Schaube, F. (2010): Thermische Energiespeicher – Übersicht und Ausblick – NiU-C 116, S. 6–10
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Berlin
- Winter, F. (2008): Leistungsbewertung: Eine neue Lernkultur braucht einen anderen Umgang mit den Schülerleistungen. 3. unveränd. Aufl., Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren
- Wodzinski, R. (2013). Bewertungskompetenz im Unterricht anbahnen. Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 24 (2), 13–16
- Würfel, P. (2010): Wie Solarzellen funktionieren – PdN-ChiS 2, S.19–22