

Hartmut Oswald, Meike Rathgeber, Malte Schmidhals, Jörg Eschner, Marcello Farabegoli

Unterrichtsvorschläge und -materialien zum Thema

„Energiesparen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen an Schulen“

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Überlegungen zur Bedeutung der Umweltpädagogik nach Pisa	3
Ergebnisse einer Umfrage zum Thema „Energiesparen an Schulen“	#

Unterrichtsvorschläge

1. Probleme der heutigen Energienutzung
2. „Energiewende“ – Strategien einer nachhaltigen Energienutzung
3. Energierundgang
4. Überprüfung der Raumtemperaturen in der Schule
5. Energiedatenerfassung und –auswertung
6. Energiesparwoche
7. Ermittlung der CO₂-Emissionen der Schule und des Einsparpotenzials durch die Erneuerung der Schulheizung
8. Schul-Energieagentur
9. Erneuerbare Energiequellen – Referate und Poster
10. Solarenergienutzung in der Schule – Fotovoltaik
11. Solarenergienutzung in der Schule – Solarthermie
12. Windenergie – Leistung und Wirkungsgrade von Windrädern

Unterrichtsmaterialien

Internetportale

Modellprojekte an Schulen und andere Exkursionsziele

Vorwort

Der Übergang zu einer Ökonomie der Nachhaltigkeit zur Bewahrung unserer Lebensgrundlagen auf der Erde stellt eine große Herausforderung für die heute beruflich aktive und die Schülergeneration dar. Die Notwendigkeit einer Wende gilt besonders für den Energiesektor, der Probleme wie Waldsterben, Ölverschmutzung der Meere, Treibhauseffekt und Atommüll verursacht und die Umwelt bisher mit am stärksten belastet.

Energiesparen, Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen wurden inzwischen als wesentliche Elemente einer Nachhaltigkeitsstrategie erkannt und zunehmend auch umgesetzt, um die Treibhausgasemissionen in den Industrieländern bis zur Mitte des Jahrhunderts um 80 % zu senken. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, ist es wichtig, dass sich bereits die Schülerinnen und Schüler mit der nachhaltigen Energienutzung auseinandersetzen.

Die Lehrpläne bieten dafür vielfältige Anknüpfungspunkte, z.B.:

- Physik: Energieumwandlungen, Wärmelehre
- Chemie/Biologie: Kohlenstoffkreislauf, Kohlenwasserstoffe, Fotosynthese
- Geografie: Treibhauseffekt und Klimaänderung, Ressourcen und Energieversorgung
- Gesellschaftskunde: Nord-Süd-Problematik und Globalisierung
- Naturwissenschaften und Sachkunde (Grundschule)

In den letzten Jahren wurden durch viele Einrichtungen, darunter auch das UfU, zahlreiche Unterrichtsmaterialien zu den Themen Energie und Klimaschutz erarbeitet. Für die einzelne Lehrkraft, die sich erstmals damit beschäftigen möchte, ist es oft schwierig, das Passende für das jeweilige Fach und die entsprechende Altersstufe zu finden. Deshalb wurden in dieser Broschüre Unterrichtsvorschläge mit Verweis auf geeignete Materialien und Empfehlungen für ihre Umsetzung (Altersstufe, Unterrichtsfach usw.) zusammengestellt.

Ergänzt wird das Angebot durch einen Diskussionsbeitrag zur Bedeutung der Umweltpädagogik für die zeitgemäße Bildung am Beispiel des Themas „Energiesparen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen an Schulen“ und die Ergebnisse einer Umfrage unter Berliner Lehrerinnen und Lehrern zur pädagogischen Umsetzung von Energieprojekten an Schulen.

Für Hinweise und Anregungen zum Inhalt dieser Broschüre sind wir dankbar.

Überlegungen zur Bedeutung der Umweltpädagogik nach Pisa

Argumentation am Beispiel des Themas

„Energiesparen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen an Schulen“

Hartmut Oswald, Malte Schmidhals, Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.
Jörg Eschner, Askanische Oberschule Berlin-Tempelhof

1. Hintergrund: Konsequenzen aus der Pisa-Studie

1.1. Ergebnisse der Pisa-Studie 2000

Die Pisa-Studie hat gezeigt, dass die deutschen Schüler im internationalen Bildungsvergleich verhältnismäßig schlecht abschneiden. In der Studie wurde erstmals nicht nur der Stoff von Lehrplänen abgefragt, sondern neben Kenntnissen, Fähig- und Fertigkeiten in unterschiedlichen Bereichen (Lesen, Mathematik, Naturwissenschaften) auch fachübergreifende Kompetenzen wie selbstreguliertes und problemlösendes Lernen, Kooperation und Kommunikation ermittelt. Eine große Rolle spielte v. a. die Fähigkeit, Wissen und Fertigkeiten auf die Lösung von Problemen anzuwenden, wie sie in der Alltags- und Lebenswelt der Schüler vorkommen. In diesem Sinne wurde von PISA *"... geprüft, was die Schüler fürs Leben brauchen"* [Kahl 2001].

Um dies am Beispiel der Lesekompetenz zu verdeutlichen, so wurde nicht das Lesevermögen als solches bewertet, wie etwa in einem Vorlesewettbewerb, sondern das Verständnis des Gelesenen: *"Lesen ist keine passive Rezeption dessen, was im jeweiligen Text an Information enthalten ist, sondern aktive (Re-) Konstruktion der Textbedeutung. Die im Text enthaltenen Aussagen werden aktiv mit dem Vor-, Welt- und Sprachwissen des Lesers verbunden. Die Auseinandersetzung mit dem Text lässt sich als ein Akt der Bedeutungsgenerierung verstehen, ..."* [PISA 2001].

Die Ergebnisse der Pisa-Studie zeigen: Die Defizite der deutschen Schülerinnen und Schüler bestehen weniger in der Anhäufung von „Schulwissen“ als im Verstehen des Gelernten, in der Fähigkeit, Probleme zu lösen und darin, Wissen handelnd umzusetzen. Dies gilt insbesondere auch für die Naturwissenschaften, in denen ihre Leistungen deutlich unterhalb des Durchschnitts der OECD-Staaten lagen. Ihre Schwierigkeiten liegen dabei vor allem im Bereich des naturwissenschaftlichen Verständnisses und bei der Anwendung ihres Wissens [PISA 2001].

1.2. Ursachen und Schlussfolgerungen

Die geschilderten Probleme haben vielfältige Ursachen, die gegenwärtig debattiert werden. Hierzu zählt neben

- Integrations- und strukturellen Problemen (z. B. mangelnde Deutschkenntnisse nicht nur von Einwanderern, sondern auch bei den Kindern "bildungsferner Schichten"),
- dem Aufbau des Schulsystems (z. B. der frühzeitigen Differenzierung in unterschiedliche Schultypen, dem Mangel an Ganztagschulen) sowie
- fehlenden Erfolgsmessungen und -vergleichen von pädagogischen Ansätzen und Praktiken

auch die Lehr- und Lernkultur an deutschen Schulen: Es wird zu viel, oft irrelevantes Fachwissen und zu wenig Problemlösungskompetenz vermittelt. Was wir brauchen, *„... ist eine neue Lernkultur und neue Strategien, um ein eigenverantwortliches und nachhaltiges Lernen der Schüler zu ermöglichen.“* [Jäger 2001].

Deshalb greift die Schlussfolgerung, den Unterricht jetzt verstärkt auf die "Kernqualifikationen" Lesen, Rechnen und Naturwissenschaften auszurichten, zu kurz.

Nach [PISA 2001] weisen die beschriebenen Schwierigkeiten der deutschen Schüler im Bereich der Naturwissenschaften darauf hin, *„... dass der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland noch zu wenig problem- und anwendungsorientiert angelegt ist. ... Nach wie vor gilt es, die in Deutschland erkennbare Neigung zum fragend-entwickelnden und fachsystematisch orientierten Unterricht zu überwinden und durch Anwendungsbezug, Problemorientierung sowie Betonung mentaler Modelle das Interesse an den Naturwissenschaften und die Entwicklung eines tiefer gehenden Verständnisses und flexibel anwendbaren Wissens zu fördern.“*

2. Der Beitrag der Umweltpädagogik zur Entwicklung einer neuen Lehr- und Lernkultur

Im folgenden soll am Beispiel des Themas „Energiesparen an Schulen“ aufgezeigt werden, dass die Umweltpädagogik einen Beitrag zur Verbreitung einer forschenden, lebensnahen und auf der Weckung von Neugier und Begeisterung beruhenden Unterrichtskultur leisten kann.

2.1. Entwicklung von Kompetenzen durch Energie- und Umweltprojekte

Nach [Baumert 2002] zählt die *„Selbstregulation des Wissenserwerbs“* zu den Basiskompetenzen, die für die Lernfähigkeit ausschlaggebend sind. Die Fähigkeit dazu *„... wird in der reflektierten Auseinandersetzung mit spezifischen Gegenständen“* erworben. Besondere Bedeutung kommt dabei der selbstständigen und eigenverantwortlichen Bearbeitung von Problemlösungen zu, einer Kompetenz, die gerade im Bereich des Umweltschutzes, wo

zumeist komplexe, fächerübergreifende Problemstellungen zu bearbeiten sind und die Lösungen nicht immer von vornherein feststehen, entwickelt werden kann. Hierfür bietet sich die Auseinandersetzung mit der Frage, ob sich die eigene Schule komplett mit erneuerbaren Energiequellen versorgen lässt, an. Dabei wird die eigene Schule zum Projektgegenstand: Die Schüler erkunden auf einem „Energierundgang“ die energetische Situation an der eigenen Schule, spüren Einsparpotenziale auf und entwickeln Maßnahmen zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen (vgl. [Eschner 1991], [Schmidthals 1999]). Dadurch erhalten sie die Möglichkeit, ihr theoretisches Wissen praktisch anzuwenden. Dabei erwerben bzw. üben die Schüler folgende Kompetenzen:

Fachkompetenz – vernetztes Fachwissen:

Anwendung und Vertiefung des innerhalb und außerhalb der Schule erworbenen Wissens auf verschiedenen Gebieten (z.B. Physik, Chemie, Geografie, Arbeitslehre, Gesellschaftskunde)

Transferfähigkeit:

Übertragen von Lösungswegen auf andersgeartete Aufgabenstellungen, komplexere Problemstellungen

Problemlösungskompetenz (Methodenkompetenz):

selbstständiges, zielorientiertes Arbeiten, Informationsbeschaffung und -verwertung; Lösen von „echten“ Problemen, Lebensweltnähe, Lösen von Problemen, die in der Lebenswelt der Schüler Relevanz haben

Handlungskompetenz:

praktische Umsetzung der erarbeiteten Ergebnisse

Soziale Kompetenz:

Arbeiten in der Gruppe, Arbeitsorganisation, Arbeitsteilung, gegenseitige Unterstützung usw. Das Thema Energiesparen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen bietet darüber hinaus vielfältige Möglichkeiten, durch die Nutzung der neuen Medien die IT-Kompetenz als eine weitere Basiskompetenz nach [Baumert] zu entwickeln: z.B. Erfassung, Verwaltung und Auswertung von Energiedaten am PC, Internetrecherchen, Informationsaustausch über Mailinglisten, Erstellung von Präsentationen usw.

2.2. Unterrichtsmethoden in der Umweltbildung

Dieses alles ist mit herkömmlichem Frontalunterricht nicht zu leisten, deshalb wird besonders in der Umweltbildung mit neuen Lehr- und Lernformen gearbeitet.

Um eine selbstständige und eigenverantwortliche Bearbeitung komplexe Aufgabenstellungen zu ermöglichen, bietet sich eine projektorientierte Arbeitsweise in Kleingruppen an, z.B. im Rahmen von Projekttagen oder von wahlobligatorischen Unterrichtskursen. Dabei erhalten

die Schüler nur die fachliche Unterstützung, die sie zur Lösung der ihnen gestellten – oder besser: der selbst entwickelten – Aufgabenstellungen benötigen.

Für die Etablierung einer solchen Arbeitsweise ist eine hohe Motivation notwendig. Diese beziehen die Schüler daraus, dass ihre Arbeit einen Sinn hat, indem sie zur Entlastung der Umwelt und zur Verbesserung ihres Schulumfeldes beiträgt. Am Ende steht in der Regel ein messbares Erfolgserlebnis: die Einsparung von Energie und die entsprechende Reduzierung der CO₂-Emissionen. Bei Schulen, die an Anreizmodellen wie dem Projekt fifty/fifty teilnehmen, können die Schüler sogar Mittel für die eigene Schule erwirtschaften und erfahren dabei, dass Ökonomie und Ökologie nicht unbedingt im Widerspruch stehen müssen, sondern sich oft sogar bedingen.

Wegen der unterschiedlichen Fachgebiete, die durch das Thema Energiesparen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen an Schulen berührt werden, können die Projekte außerdem in fächerübergreifendem Unterricht durchgeführt werden. Erfahrungen dazu bestehen z.B. an der Lise-Meitner-Schule in Berlin-Neukölln [Sander 2000].

Insgesamt erfahren die Schüler, dass sich ihr Engagement lohnt, indem sie tatsächlich etwas bewirken können. Dies wirkt der weit verbreiteten Ansicht, dass man durch persönliches Engagement ja doch nichts bewirken könne, und „Null-Bock-Stimmung“ entgegen und motiviert die Schüler zu aktiver Teilnahme am gesellschaftlichen Leben.

Literatur:

Baumert, J.:

Wo steht Deutschland im internationalen Bildungsvergleich? in: ZEIT.DE vom 25.3.2002

Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.):

PISA 2000 - Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich
Leske + Budrich, Opladen, 2001

Eschner, J.; Wolff, J.; Schulz, W.:

ASKA – Eine Schule spart Energie, ipn-materialien, IPN Kiel 1991

Jäger, R.

zitiert in: Schwarz, P.: War da was? - Markusstudie bleibt ohne Folgen, Süddeutsche Zeitung vom 10.12.2001

Kahl, R.:

Der Studien-Rat in: DIE ZEIT Nr. 49/2001

Sander, U.; Traub, U. u.a.:

Fächerübergreifender Unterricht zum Thema Energie in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe; in: Energiesparen an Schulen 2000, Dokumentation, Berliner ImpulsE, UfU e.V. (Hrsg.), Berlin 2000

Schmidthals, M., Oswald, H.; Drack, A.:

Wie Energiesparen an Schulen, Oö. Umweltakademie (Hrsg.), Linz 1999

Ergebnisse einer Umfrage zur pädagogischen Umsetzung des Themas Energiesparen an Schulen

von Marcello Farabegoli

erstellt im Rahmen eines Praktikums beim UfU e.V.
Berlin, Juni 2003

0. Vorbemerkungen

An einigen Berliner Schulen ist eine Umfrage zum Thema „Energiesparen an Schulen“ durchgeführt worden, deren Hauptziel es gewesen ist, die pädagogischen Aspekte und Effekte der Behandlung des eben genannten Themas zu ermitteln. Dazu ist ein Fragebogen erarbeitet worden und an jene Lehrerinnen/Lehrer von 19 Berliner Schulen aus insgesamt 7 verschiedenen Bezirken (Charlottenburg-Wilmersdorf, Mitte, Neukölln, Steglitz-Zehlendorf, Tempelhof-Schöneberg, Treptow-Köpenick) geschickt worden, die unter der Anleitung des UfU e.V. am Projekt „fifty/fifty“ teilgenommen haben. 16 Fragebogen sind beantwortet zurückgesendet worden und die Ergebnisse der Auswertung werden im Folgenden dargestellt.

Zu jeder gestellten Frage sind in der Regel verschiedene Antwortmöglichkeiten angegeben, die von den einzelnen Lehrerinnen/Lehrern angekreuzt bzw. ergänzt werden konnten.

1. Allgemeine Angaben

Das Thema „Energiesparen an Schulen“ spielt mindestens seit 1992 eine Rolle, wird aber erst ab 1998 in größerem Rahmen behandelt. Zwar wird zwar in allen Klassenstufen behandelt, aber mit einem ersten Höhepunkt in der 4. Klasse und dann vorwiegend zwischen der 8. (Beginn von Physik- und Wahlpflichtunterricht) und 11. Klasse (Einstieg in Gesellschaftskunde in der Oberstufe). Durch die Einführung des Faches „Naturwissenschaften“ ist zu erwarten, dass sich der Schwerpunkt in der Grundschule zu den Klassenstufen 5 und 6 hin verschiebt

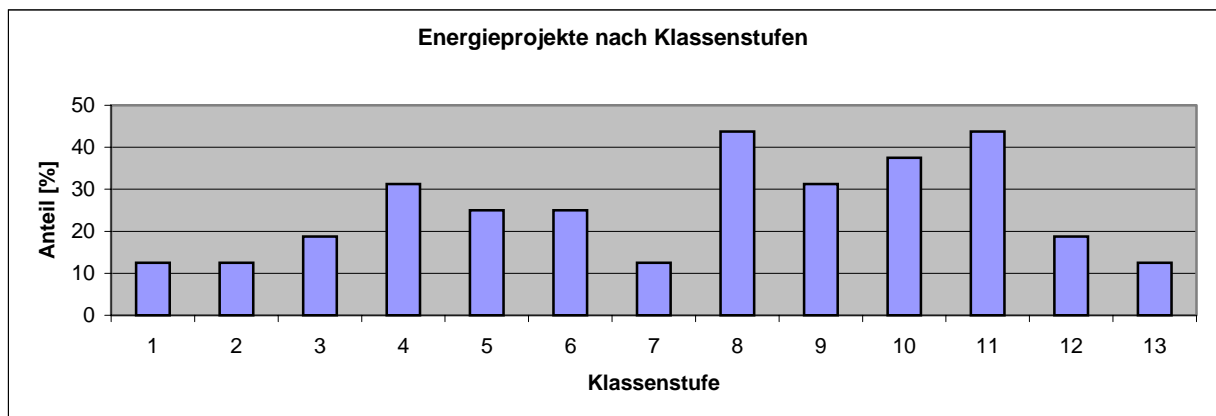


Abb. 1.1.: Verteilung der Klassenstufen, in denen das Thema „Energiesparen an Schulen“ behandelt wird

Das genannte Thema wird hauptsächlich durch Schüler-Arbeitsgemeinschaften behandelt, gefolgt vom Pflichtunterricht, weniger hingegen im Wahlpflichtunterricht oder in Wahlpflicht-

kursen (siehe Tab. 1.1.). Einen großen Anteil haben auch die unter „Sonstiges“ erfassten Veranstaltungen. Dabei wurden unter anderem Informationsveranstaltungen, Unterrichtsgänge und Umweltsprecher genannt.

„Unterrichtsrahmen“	Anteil [%]
Pflichtunterricht	37,5
Wahlpflichtunterricht oder –kurs	18,8
Schüler-AG	75,0
Sonstiges (Informationsveranstaltungen, Unterrichtsgänge und Umweltsprecher ...)	43,8

Tab.1.1.: Verteilung der ‚Unterrichts-Rahmen‘, in denen das Thema „Energiesparen an Schulen“ behandelt wird

Wenn das Thema im Pflichtunterricht behandelt wird, dann mindestens in 50% der Fälle auch im Rahmen einer Unterrichtseinheit und vorwiegend im Fach Physik: Beispielsweise bei der Behandlung der Energieumwandlungen (Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik), insbesondere der Photovoltaik, oder bei Messdatenerfassung (z.B. von Temperatur und Licht; siehe Tab. 1.2.).

Fach	Anteil [%]
Physik	50,0
Biologie	25,0
Sonstiges (Arbeitslehre, Erdkunde, Sachkunde, Wirtschaftslehre)	37,5

Tab.1.2.: Verteilung der Fächer, in denen das Thema „Energiesparen an Schulen“ behandelt wird

Wenn das Thema im Rahmen einer Schüler-AG behandelt wird, konzentriert sich die Arbeitsgemeinschaft hauptsächlich auf Verbrauch und Einsparmöglichkeiten von Energie (Wärme, Strom) der eigenen Schule. Dabei spielen auch Wassereinsparungen, Mülltrennung, Schulgartengestaltung und nicht zuletzt die Senkung der Kosten für die Schule eine Rolle.

Neben dem Frontalunterricht, werden von den leitenden Lehrerinnen/Lehrern Gruppenarbeiten, Schülerreferate, Schülerversuche, Messungen und Exkursionen organisiert (siehe Tab. 1.3.). Es werden auch Videos und Filme gezeigt und besondere Unterrichtsmedien (z.B. Messkoffer, Experimentierkasten zu Solarenergie, usw.) angewendet, gelegentlich auch Computer und Internet. Seltener hingegen kommt es zu fächerübergreifender Zusammenarbeit mit anderen Kollegen.

Unterrichtsform	Anteil [%]
Gruppenarbeit	68,8
Frontalunterricht	43,8
Schülerreferate	50,0
Schülerversuche	37,5
Messungen	68,8
Exkursionen	68,8
Fächerübergreifende Zusammenarbeit mit anderen Kollegen	18,8
Besondere Unterrichtsmedien (z.B. Videos/Filme, Messinstrumente, Computer/Internet, Experimentierkasten)	31,3

Tab.1.3.: Verteilung der Unterrichtsformen, mit denen das Thema „Energiesparen an Schulen“ behandelt wird

Die Anzahl der Wochenstunden, die diesem Thema gewidmet werden, variiert zwischen einer und drei. Pro Lehrer sind bis zu 50 Schüler pro Jahr mit dem Thema vertraut gemacht worden, durch Informationsveranstaltungen (z.B. Umweltsprecher) kann dabei die ganze Schülerschaft informiert werden.

2. Pädagogische Aspekte und Effekte

Die pädagogischen Ziele der LehrerInnen bei der Behandlung des Themas „Energiesparen an Schulen“ sind Vermittlung von Fachkenntnissen (z.B. physikalische Hintergründe, Photovoltaik, Wirkungsgrad, Treibhauseffekt,...) und Fähigkeiten (z.B. Experimentieren/ Messen, Messdaten bearbeiten, Plakate entwerfen, Aufbau von Photovoltaikanlagen, Umgang mit Computer,...), sowie Förderung des Umweltbewusstseins und von Verhaltensänderungen (z.B. sparsam bzw. sinnvoll Heizen, Lüften und Beleuchten).

Pädagogische Ziele	Anteil[%]
Vermittlung von Fachkenntnissen	81
Vermittlung von Fähigkeiten	69
Förderung von Umweltbewusstsein	88
Förderung von Verhaltensänderungen	88
Sonstiges (z.B. politisch-ökonomische Aspekte, konsequente und langfristige Arbeit an einem Thema)	12

Tab. 2.1.: Verteilung der pädagogischen Ziele, welche die LehrerInnen bei der Behandlung des Themas „Energiesparen an Schulen“ verfolgen

Thematisch wird ganz unterschiedlich in das Thema eingeführt: z.B. über den Energiebegriff, mit einem Video über Solarenergie, Umweltprobleme (Klima-Treibhauseffekt, Wasser, Lärm, Müllproblematik, Flutkatastrophen), Besichtigung einer Solaranlage, Beziehungen zwischen Wachstum und Ressourcenknappheit, etc.

Konkrete Maßnahmen zum Energiesparen:					
im Bereich des Nutzverhaltens	Anteil [%]	organisatorisch	Anteil [%]	technisch	Anteil [%]
richtige Nutzung der Thermostatventile	56	Energie-Verantwortliche	62	Reduzierung überzähliger Leuchtstoffröhren	25
Stoßlüftung statt Dauerlüftung	81	Nachmittagsunterricht nur in einem Gebäudeflügel	6	Optimierung der zentralen Temperaturabsenkung: nachts, an Wochenenden und/oder in den Ferien	44
Lichtschalter-Markierung	75	Mülltrennung	25	Thermostatventile: Einbau bzw. Freigabe	25
Sonstiges (z.B. Fahrstuhlbenutzung nur ab 3. Stock, Licht kurzzeitig benutzt)	19	Sonstiges (z.B. Energiespartage und -wochen)	6	Optimierung der Beleuchtung (Anpassung der Zeitschaltung für Flurbeleuchtung, Dämmerungsschalter in Schule und Garage)	19
				Sonstiges (Einspeisen von Solarenergie, Aufbau einer Photovoltaikanlage)	31

Tab. 2.2.: Verteilung der konkreten Maßnahmen, die für die Behandlung des Themas „Energiesparen an Schulen“ eingesetzt werden

Die meist angewendeten konkreten Maßnahmen zum Energiesparen im Bereich des Nutzerverhaltens sind Stoßlüftung statt Dauerlüftung, die richtige Nutzung der Thermostatventile - wobei in einigen Fällen die Thermostatventile erst eingebaut bzw. freigegeben werden müssen - und die Markierung von Lichtschaltern. Mülltrennung spielt auch eine Rolle. Meistens gibt es in den Klassen Energieverantwortliche, die auf die Einhaltung der eben genannten Maßnahmen aufpassen müssen. In vielen Fällen ist die zentrale Temperaturabsenkung nachts, an Wochenenden und/oder in den Ferien optimiert worden. In der Regel werden damit Energie und somit auch Kosten eingespart (siehe UfU Aufzeichnungen). Das Geld, das im Rahmen vom „fifty/fifty“-Projekt erhalten worden ist, ist für Schulausstattung, Renovierungen, Schulfeste, etc. benutzt und insbesondere auch für weitere Energiesparmaßnahmen investiert worden.

Die Schüler zeigen im Durchschnitt an dem Thema Interesse. Meistens gehen sie auch mit bestimmten Vorstellungen oder Wünschen an das Thema heran (etwa konkret der Umwelt helfen, Energieeinsparen, Müllmenge reduzieren, Geld für die Schule einzusparen, etc.), welche in der Regel zufriedenstellend umgesetzt werden können. Gut ist die praktische Mitarbeit der Schüler, zufriedenstellend die Verbesserung der Fachkenntnisse und der Fähigkeiten. Das Bewusstsein zur ökologischen Bedeutung des Energieverbrauchs verbessert sich bei den teilnehmenden Schüler nachhaltig, ebenso findet bei ihnen eine Verhaltensänderung beim Umgang mit Energie statt. Eine geringfügige positive Veränderung bei dem eben genannten Bewusstsein bzw. dem Verhalten ist auch bei der Schülerschaft insgesamt und bei den Kollegen und Kolleginnen wahrzunehmen. Insgesamt sind die befragten bzw. antwortenden Lehrer und Lehrerinnen hauptsächlich bezüglich der Energieeinsparergebnisse und persönlich mit der Arbeit am Thema zufrieden, aber auch bezüglich der pädagogischen Effekte und den Erfolgen bei der Verstärkung des Umweltbewusstseins in ihrer Schule nicht unzufrieden.

Die pädagogischen Effekte der Energiesparprojekte wurden i.allg. als nicht herausragend eingeschätzt. Immerhin weisen sie jedoch eine positive Tendenz auf: Hervorzuheben ist dabei insbesondere die Verbesserung des Umweltbewusstseins bei den Schülern und Kollegen, so dass angenommen werden kann, dass bei stärkerer Behandlung dieses Themas an Schulen nicht nur noch mehr Energie (und somit auch Geld) gespart werden kann, sondern auch eine größere Verbesserung der Fachkenntnisse, der Fähigkeiten und sogar des Bewusstseins und des Verhaltens beim Umgang mit Energie und Umwelt erzielt werden können. In Anbetracht der globalen Energie-, Klima- und Umweltschutzproblematik können solche Ergebnisse nur gefordert werden.

Abschließend kann noch erwähnt werden, dass ungefähr in der Hälfte der Fälle aus der Behandlung des Themas „Energiesparen an Schulen“ weitere Folgeprojekte entstanden sind, wie z.B. Umwelt-Arbeitsgemeinschaften, Schulgartenplanung, Energie-Touren usw. (siehe z.B. www.bio-abi-wissen.de). Diese Auswirkungen können sicherlich als großer pädagogischer Erfolg angesehen werden.

Unterrichtsvorschläge

Unterrichtsvorschlag 1:

Probleme der heutigen Energienutzung

Inhalt:

Zunächst ist es wichtig, ein Bewusstsein für die Höhe unseres heutigen Energieverbrauchs und des Ausstoßes vom Treibhausgas Kohlendioxid zu erzeugen. Dies ist möglich durch die Berechnung

- des ökologischen Fußabdruckes (siehe Unterrichtsmaterial Nr. 5) oder
- der Länge eines Zuges, der den Jahres-Energiebedarf der BRD in Form von Steinkohle transportiert (Berechnung dargestellt in Unterrichtsmaterial Nr. 91), oder
- des „Klimaballons“, d.h. des CO₂-Volumens, das ein Einwohner der BRD pro Jahr oder pro Tag emittiert (siehe Unterrichtsmaterial Nr. 19).

Darauf aufbauend können die Auswirkungen unseres heutigen Umgangs mit Energie behandelt werden, insbesondere

- der Treibhauseffekt und die damit verbundene Klimaveränderung mit ihren Folgen,
- Umweltfolgen wie das Waldsterben, Smog und die Endlagerproblematik des Atommülls
- die Endlichkeit der Ressourcen fossiler und nuklearer Energieträger sowie
- die Verteilungsgerechtigkeit und internationale Krisen.

Um eine Klimakatastrophe zu verhindern und die Lebensgrundlagen der Menschen auf der Erde zu sichern, sind einschneidende Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen und zum Ressourcenschutz notwendig. Den Kern bildet eine Wende in der Energiepolitik, basierend auf Energiesparen, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Vertiefung siehe Unterrichtsvorschlag 2). Um diese herbeizuführen, werden Anstrengungen auf nationaler und internationaler Ebene unternommen. Beispiele dafür sind die Zielsetzungen zur Minderung von Treibhausgasemissionen und das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung sowie der Beschluss und die Umsetzung der Klimarahmenkonvention seit dem Weltklimagipfel 1992 in Rio de Janeiro. Damit verbunden ist die Förderung von Verteilungsgerechtigkeit der Ressourcen sowie einer nachhaltigen Entwicklung in den Entwicklungs- und Schwellenländern.

Altersklasse:

ab 9. Klasse

Umfang:

mindestens 1 Doppelstunde

Vorbereitung:

Recherche aktueller Daten zum Energieverbrauch und zur CO₂-Emission

(Bundesumweltministerium – siehe Unterrichtsmaterial Nr. 6, IPCC, Germanwatch, WWF, BWE/UfU – siehe z.B. Unterrichtsmaterial Nr. 79 usw.)

Unterrichtsvorschlag 2:

„Energiewende“ – Strategien einer nachhaltigen Energienutzung

Inhalt:

Aus den Problemen der heutigen Energienutzung (dargestellt in Unterrichtsvorschlag 1) ergibt sich die Notwendigkeit einer „Energiewende“, einem Umsteuern im Energiesektor mit dem Ziel einer nachhaltigen Energienutzung. Die Industrieländer müssen dabei eine Vorreiterrolle spielen, denn zum einen verbrauchen sie die meisten Ressourcen und belasten die Atmosphäre am stärksten mit Treibhausgasen, zum anderen besitzen sie das technische und wirtschaftliche Potenzial zum Umsteuern. Die notwendigen Schritte einer „Energiewende“ sind zum Teil schon lange bekannt und finden mehr und mehr Einzug in Energiepolitik und –wirtschaft, wenn auch der Umschwung noch längst nicht erreicht ist.

Ausgehend von der Erzeugung eines Verständnisses vom Umfang unseres heutigen Energieverbrauchs in der Bundesrepublik und in der Welt sowie von den Umwandlungsstufen und Verbrauchssektoren (z.B. dargestellt im Energieflussdiagramm der BRD) werden die wichtigsten Elemente einer „Energiewende“ erläutert und mit Beispielen untersetzt:

- Energiesparen (Verringerung der Nutzenergie),
- Energieeffizienz (Verringerung der Umwandlungsverluste auf den verschiedenen Umwandlungsstufen) und
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Substitution fossiler und nuklearer Energieträger)

Dafür lassen sich zahlreiche Beispiele – sowohl aus den Bereichen Technik, Wissenschaft und Wirtschaft als auch aus dem Erlebnisbereich der Schüler (Energiesparen zu Hause und in der Schule) – anführen und näher untersuchen (siehe auch nachfolgende Unterrichtsvorschläge).

Altersklasse:

ab 7. Klasse

Umfang:

1 bis 2 Unterrichtsstunden

Möglich sind auch Exkursionen zu modernen effizienten Energieanlagen (z.B. Blockheizkraftwerk, Passivenergiehaus, Solar- oder Windkraftanlage)

Vorbereitung:

Recherche aktueller Daten zum Energieverbrauch und zur CO₂-Emission (siehe Bundesumweltministerium – Unterrichtsmaterial Nr. 6, BWE/UfU – Unterrichtsmaterial Nr. 79)

Unterrichtsvorschlag 3:

Energierundgang

Inhalt:

Der Energierundgang bietet sich als Einstieg in energetische Untersuchung der eigenen Schule an. Die Schülerinnen und Schüler lernen dabei die Energieversorgung ihrer Schule kennen und stellen Überlegungen an, wo und wie Energie eingespart werden kann.

Einen Schwerpunkt bildet dabei die Besichtigung der Schulheizung, weil hier zumeist das größte Einsparpotenzial – sowohl durch den Austausch veralteter, ineffizienter Heizkessel und die Optimierung der zentralen und dezentralen Temperaturregelung als auch durch energiesparendes Nutzerverhalten – zu erzielen sind. Ebenfalls wichtig sind die Warmwasserversorgung, die Beleuchtung und die elektrischen Geräte.

Besondere Beachtung verdient der Aspekt des Nutzerverhaltens im Alltag (offen stehende Fenster und Türen, unnötig eingeschaltete Beleuchtung usw.): Wie ist die Situation und welche Möglichkeiten haben die Gebäudenutzer (Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte) auf den Energieverbrauch der Schule Einfluss zu nehmen?

Es empfiehlt sich, den Energierundgang mit dem Hausmeister durchzuführen, da er in der Regel über die beste Kenntnis der haustechnischen Anlagen verfügt und für ihre Funktionstüchtigkeit und die Bedienung verantwortlich ist.

Die Auswertung des Energierundganges erfolgt, indem die festgestellten Mängel erfasst und die erforderlichen Maßnahmen sowie die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung festgelegt werden. Dabei ist zu unterscheiden, wer jeweils für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen verantwortlich ist, d.h. welche Maßnahmen durch die Schüler selbst durchgeführt werden können und welche vom Hausmeister oder vom Schulträger umgesetzt werden müssen. Es empfiehlt sich dafür einen Maßnahmenkatalog anzulegen und diesen auch dem Hausmeister und der Schulleitung für die Übermittlung an die zuständige Fachbehörde zu übergeben und auf die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu dringen.

Altersklasse:

ab 4. Klasse (mit jeweils altersgemäßer Aufgabenstellung)

Umfang:

mindestens 1 Doppelstunde für den Rundgang und 1 Doppelstunde für die Auswertung

Die detaillierte Untersuchung der im Rahmen des Energierundgangs festgestellten Probleme bietet unter Umständen genügend Stoff für eine Energie-Arbeitsgemeinschaft für ein ganzes Schuljahr. Deshalb müssen bei begrenzter Zeit Prioritäten gesetzt werden.

Vorbereitung:

Gespräch mit dem Hausmeister zur Identifizierung von schulspezifischen Problemen und möglicher Stationen für den Rundgang und Terminabsprache

Erarbeitung einer altersgemäßen Aufgabenstellung (evtl. als Arbeitsblatt)

(Energierundgänge sind z.B. in den Arbeitsmaterialien Nr. 90 und 91 beschrieben.)

Unterrichtsvorschlag 4:

Überprüfung der Raumtemperaturen in der Schule

Inhalt:

Schulen werden normalerweise so beheizt, dass aus dem kältesten Raum keine Beschwerden kommen. Ist das Heizsystem nicht gut abgeglichen, führt das dazu, dass andere Räume überheizt sind, und – im ungünstigen Falle – die Fenster aufgerissen werden, um erträgliche Temperaturen zu erzeugen. Erschwerend kommt hinzu, dass oftmals keine Thermostatventile vorhanden sind oder ihre Funktionsweise nicht bekannt ist. Durch die Angleichung der Raumtemperaturen kann deshalb viel Energie und Geld eingespart werden.

Die Einhaltung der Raumtemperaturen lässt sich durch die Aufnahme eines räumlichen und eines zeitlichen Temperaturprofils überprüfen. Daraus lassen sich auch Schlussfolgerungen über mögliche Mängel oder Defekte sowie über die Optimierung der Heizungsregelung ableiten.

Zur Aufnahme des räumlichen Temperaturprofils werden innerhalb einer Unterrichtsstunde die Temperaturen in allen Räumen der Schule gemessen und in ein vorbereitetes Protokoll eingetragen. Die Auswertung erfolgt, indem die Temperaturen in den Grundriss der Schule eingetragen und je nach Temperatur farblich markiert werden. Zusätzlich kann noch das zeitliche Temperaturprofil aufgenommen werden, um zu ermitteln, ob die zentrale Absenkung der Raumtemperaturen in den Nächten, an Wochenenden und in den Ferien funktioniert.

Gemeinsam mit dem Hausmeister lässt sich feststellen, ob die Temperaturen räumlich oder zeitlich optimiert werden können.

Altersklasse:

ab 4. Klasse (Temperatur sollte schon eingeführt worden sein)

Umfang:

1 Stunde Durchführung, 1 Stunde Auswertung

(mit der Aufnahme des zeitlichen Temperaturprofils rechtzeitig beginnen, damit die Temperaturkurve zur Auswertung vorliegt!)

Vorbereitung:

Ausleihe von Digitalthermometern für die Messung der räumlichen Temperaturverteilung sowie evtl. eines Temperaturschreibers bzw. Datenloggers für die Ermittlung des zeitlichen Temperaturverlaufs

Vorbereitung von Protokollen

Beschaffung eines Schulgrundrisses

Terminabsprache mit dem Kollegium

Die Außentemperatur sollte am Tag der Messung nicht über 10 °C betragen. Die Durchführung der Messungen sollte durch eine Ankündigung auf einer Konferenz vorbereitet werden.

Temperaturmessungen sind unter anderem in den Unterrichtsmaterialien Nr. 88, 90 und 91 beschrieben.)

Unterrichtsvorschlag 5:

Energiedatenerfassung und -auswertung

Inhalt:

Die regelmäßige Erfassung und Überwachung des Energieverbrauchs stellt einen wichtigen Bestandteil des Energiecontrollings dar. Besonders im Zusammenhang mit der Teilnahme an Anreizmodellen zum Energiesparen kann die Schule ihre Bemühungen zur Einsparung von Energie und Wasser überwachen. Die Ergebnisse sollten in verständlicher Form in der Schule ausgehängt werden, um Schüler und Lehrer zum sparsamen Umgang mit den Ressourcen zu motivieren.

Neben der einfachen Zählerstandablesung für Strom, Wärme und Wasser und Eintragung in vorbereitete Diagramme (möglichst im Vergleich zum Vorjahr) können daran in den oberen Klassen auch anspruchsvollere Projekte geknüpft werden, z.B. die Durchführung einer Witterungsbereinigung für den Wärmeverbrauch oder die Auswertung mittels EDV (siehe z.B. Unterrichtsmaterialien Nr. 88 und 89).

Die Verbrauchsdaten sollten allen Schülern und Lehrkräften durch einen Aushang in der Schule zugänglich gemacht werden.

Altersklasse:

Einfache Verbrauchserfassung: ab 5. Klasse

Witterungsbereinigung und EDV-gestützte Auswertung: ab 9. Klasse (Tabellenkalkulation sollte bereits eingeführt sein)

Umfang:

laufend, mindestens ein Schuljahr, evtl. als Schülerprojekt
wöchentliche Ablesung ist sinnvoll, möglich ist auch die Nutzung der Energiebuchhaltung der Hausmeister (i.d.R. monatliche Zählerstandsablesung)

Vorbereitung:

Ermöglichung des Zugangs der Schüler zu den Zählern,
Beschaffung von Gradtagszahlen für die Witterungsbereinigung,
Erstellung eines Konzeptes für die Erfassung und Aufbereitung der Daten (evtl. gemeinsam mit den Schülern)

Unterrichtsvorschlag 6:

Energiesparwoche

Inhalt:

Ziel der Energiesparwoche ist es, energiesparendes Verhalten an einer Schule, unter Einbeziehung aller Klassen einzuführen und zu üben. Darüber hinaus wird durch den Vergleich des Energieverbrauchs der Energiesparwoche mit dem mit der Vorwoche, in der noch normales Verhalten praktiziert wurde, die real erzielte Energieeinsparung ermittelt. Insofern eignet sich das Projekt besonders zur Einbeziehung der gesamten Schule zum Start eines Energiesparprojektes oder jährlich zu Beginn der Heizperiode.

Nachdem der Energieverbrauch einer Referenzwoche anhand der Zählerstände ermittelt wurde, werden am ersten Tag der Energiesparwoche alle Klassen über energiesparendes Verhalten informiert und gebeten, dies auch praktisch umzusetzen. Nach der Woche wird wiederum der Zähler abgelesen und die Einsparung ermittelt.

Die Energiesparwoche eignet sich damit in besonderer Weise zur Sensibilisierung für einen sorgsamen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen. Durch die Einbeziehung der ganzen Schule wird ein besonderer Multiplikatoreffekt erzielt. Darüber hinaus eignet sich das Thema auch zur Vermittlung von themenrelevantem Fachwissen und von Handlungskompetenz.

Altersklasse:

ab 5. Klasse

spezifische Fragestellungen wie Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs oder Ermittlung und Berücksichtigung der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung ab 9. Klasse (Physikkenntnisse erforderlich)

Umfang:

ca. 2 Stunden Vorbereitung, 2 Stunden Verbreitung in der Schule, 2 Stunden Auswertung

Vorbereitung:

- Absprache mit dem Kollegium,
- Vermittlung des relevanten Energiespar-Know-hows und Vorbereitung der Schüler auf ihre Ansage in den Klassen,
- Ablesung der Zählerstände am Montag vor und am Montag des Starts der Energiesparwoche sowie am Montag danach – jeweils zu Unterrichtsbeginn,
- Beschaffung der tagesbezogenen Gradtagszahlen für die Auswertung oder Durchführung eigener Temperaturmessungen

(siehe Unterrichtsmaterialien Nr. 88 und 89)

Unterrichtsvorschlag 7:

Ermittlung der CO₂-Emissionen der Schule und des Einsparpotenzials durch die Erneuerung der Schulheizung

Inhalt:

Ziel dieses Themas ist es, die Schulheizung kennen zu lernen und sie hinsichtlich ihrer Dimensionierung, des Erneuerungsbedarfs und der Möglichkeit der Reduzierung der CO₂-Emissionen durch einen Wechsel des Energieträgers zu beurteilen.

Zunächst werden der aktuellen Werte für den Energieverbrauch, die Energiekosten und die CO₂-Emissionen ermittelt (Ist-Zustand), und es wird überprüft, ob der Heizkessel bzw. der Fernwärmeanschluss überdimensioniert ist.

Außerdem wird an Hand der Kriterien Alter, Funktionstüchtigkeit und Einhaltung der Abgaswerte überprüft, ob der vorhandene Heizkessel erneuerungsbedürftig ist. Ggf. wird dann ein Konzept für seine Erneuerung entwickelt und die zu erwartenden Werte (in Abhängigkeit vom eingesetzten Energieträger und vom Wirkungsgrad) für Energieverbrauch, Energiekosten und CO₂-Emissionen ermittelt (Soll-Zustand).

Die Berechnung der Einsparungen erfolgt dann durch den Vergleich mit dem Ist-Zustand. Oft ergeben sich dabei beträchtliche Einsparpotenziale, deren Erschließung gegenüber dem Schulträger einzufordern ist.

Altersklasse:

ab 8. Klasse

Umfang:

ca. 3 Stunden

(1 Stunde Vorbereitung, 1 Stunde Besichtigung der Schulheizung, 1 Stunde Berechnungen)

Vorbereitung:

- Beschaffung der bisherigen Verbrauchsdaten,
- Terminabsprache für Heizungsbesichtigung mit dem Hausmeister
(siehe Unterrichtsmaterial Nr. 91)

Unterrichtsvorschlag 8:

Schul-Energieagentur

Inhalt:

Dieses sehr anspruchsvolle Projekt bezieht neben dem energiesparenden Nutzerverhalten auch investive Maßnahmen mit ein. Auf der Basis einer Untersuchung wirtschaftlich umsetzbarer Energiesparmaßnahmen wird ein Vertrag mit dem Schulträger zur Finanzierung von Energiesparmaßnahmen durch die erzielten Einsparungen geschlossen (sog. Einsparcontracting).

Das Projekt kann nach dem Vorbild der „Energieagentur der Alexander-von-Humboldt-Oberschule in Viernheim“ (siehe Modellprojekt E-12), z.B. im Rahmen einer Schülerfirma, umgesetzt werden. Erwirtschaftete Überschüsse werden nach dem Schneeballprinzip für immer neue Energiesparmaßnahmen eingesetzt, bis das Potenzial erschöpft ist. Das Projekt kann auch auf weitere Schulen ausgedehnt werden.

Für die Umsetzung kommen vor allem schnell amortisierbare Maßnahmen in Betracht wie:

- Abdichtung undichter Fenster und Türen,
- Nachrüstung von Thermostatventilen
- schaltungstechnische Trennung von Stromkreisen im Bereich der Beleuchtung
- separate Warmwasserbereitung falls hohe Leitungsverluste bei zentraler Erwärmung auftreten

Möglich ist auch die Installation einer Solaranlage (evtl. als Beteiligungsmodell).

Das finanzielle Risiko kann durch Einbeziehung eines Partners aus der Wirtschaft, z.B. das Planungsbüro oder die Firma, die die Energiesparmaßnahmen umsetzt, minimiert werden. Sinnvoll ist auch die Generierung von Startkapital aus der Teilnahme an dem Energiesparprojekt „fifty/fifty“ oder anderen Anreizmodellen.

Altersklasse:

ab 9. Klasse

Vorbereitung:

Studium des Konzeptes der Energieagentur Alexander-von-Humboldt-Schule e.V. (siehe www.energieagentur-avh.de)

Untersuchung des Energiesparpotenzials, Vorvereinbarung mit dem Schulträger

Umfang:

mehrere Jahre, möglichst parallel im Unterricht und als Arbeitsgemeinschaft
Das Projekt erfordert hohes Engagement der beteiligten Lehrkräfte und Schüler und eine fundierte fachliche Begleitung (z.B. durch einen Energieberater).

Unterrichtsvorschlag 9:

Erneuerbare Energiequellen – Referate und Poster

Inhalt:

Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen bildet neben Energieeinsparung und Energieeffizienz eine wichtige Säule einer nachhaltigen Energiewirtschaft, die auf die Vermeidung von Treibhausgasemissionen und die Schonung von Ressourcen ausgerichtet ist. Wegen ihrer zunehmenden Bedeutung, auch was die berufliche Orientierung der Schüler betrifft, sollten sie bereits in der Schule behandelt werden.

Die wichtigsten Vor- und Nachteile der erneuerbaren Energiequellen (Unerschöpflichkeit, CO₂-Freiheit bzw. Ungleichzeitigkeit von Angebot und Nachfrage usw.) lassen sich im Klassenverband erarbeiten, während sich die Vorstellung der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen hervorragend für Schülerreferate eignet.

Möglich ist auch zu untersuchen, welche erneuerbaren Energiequellen sich für die Versorgung der eigenen Schule anbieten würden. Es empfiehlt sich, eine inhaltliche Gliederung für die Poster und Referate vorzugeben und evtl. auf geeignete Informationsquellen hinzuweisen (siehe Unterrichtsmaterial 91).

Die im Rahmen des Projektes erstellten Poster sollten nach Möglichkeit im Rahmen einer Ausstellung der gesamten Schule zugänglich gemacht werden.

Altersklasse:

ab 9. Klasse

Umfang:

1 Stunde zur Einführung und Verteilung der Themen
ca. 2 Stunden zur Erstellung der Referate und Poster (weiterer Zeitbedarf als Hausarbeit)
ca. 3 Stunden zur Vorstellung der Vorträge und Poster
Die Referate sollten ca. 15 Minuten dauern. Mit anschließender Diskussion sind zwei Vorträge pro Unterrichtsstunde realistisch.

Vorbereitung:

Evtl. Ausleihe eines einführenden Videos und Vorbereitung von Literaturlisten,
Bereitstellung von Material für die Erstellung der Poster

Auswahl und Anmeldung bei Exkursionszielen (z.B. E-5, E-7, E-13, E-14, E-15, E-16)

Unterrichtsvorschlag 10:

Solarenergienutzung in der Schule – Fotovoltaik

Inhalt:

Sofern geeignete Dach- oder Fassadenflächen (Ausrichtung Südost bis Südwest und unverschattet) vorhanden sind, kann die Sonnenenergie einen Beitrag zur Energieversorgung und zur Reduzierung der CO₂-Emissionen an Schulen leisten.

Dabei kommen zwei Möglichkeiten ihrer Nutzung in Betracht:

- die Fotovoltaik (Stromerzeugung mittels Solarzellen) und
- die Solarthermie (Wärmeerzeugung mittels Kollektoren; siehe Unterrichtsvorschlag 11).

Folgende Themen, Aufgabenstellungen und Experimente können in einer Unterrichtseinheit zur Fotovoltaik behandelt werden:

- Physikalische Grundlagen (Halbleiter, lichtelektrischer Effekt, Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen zu Solarmodulen)
- Berechnung der Modulfläche, die notwendig wäre, um den Strombedarf der Schule mit Solarstrom zu decken
- Experimente:
 - Aufnahme der Strom-Spannungs-Kennlinie einer Solarzelle
 - Bestimmung des Wirkungsgrades einer Solarzelle / eines Solarmoduls
- Bau von Solarmobilen usw. mit Solarzellenantrieb (möglich auch unter Verwendung von Zellbruch)
- Installation einer Fotovoltaikanlage an der Schule (unter Nutzung von Förderprogrammen (evtl. als „Bürgersolaranlage“))

Altersklasse:

ab 5. Klasse (in altersgemäßer Aufbereitung)

Umfang:

beliebig

Vorbereitung:

Beschaffung der Experimentierausstattung und Vorbereitung der Experimente,

Beschaffung von Materialien für den Bau von Solarmobilen,

Auswahl und Anmeldung bei Exkursionszielen (z.B. E-5, E-7, E-13, E-14, E-15, E-16)

Unterrichtsvorschlag 11:

Solarenergienutzung in der Schule – Solarthermie

Inhalt:

Solarthermische Anlagen wandeln Sonnenlicht in Wärme um. Die einfachste Bauart sind einfache Absorber, z.B. in Form schwarzer Schläuche oder schwarzer Tanks, die oft in südlichen Ländern anzutreffen sind. In unseren Breiten werden zumeist Kollektoren verwendet, die mit etwas größerem technischen Aufwand höhere Wirkungsgrade erzielen. Es gibt verschiedene Bauarten von Kollektoren (Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren).

Um Schulen komplett (Raumwärme und Warmwasser) mit Solarwärme zu versorgen, müssten sehr große Kollektorflächen installiert werden. Zur Beheizung müsste außerdem die Überschusswärme aus den Sommermonaten in riesigen Speichern für die Wintermonate aufgespart werden. Dies ist zwar technisch möglich, wird in der Praxis aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht gemacht. Statt dessen können Kollektoranlagen eher zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden, was aber an Schulen wegen der Sommerferien auch nur selten wirtschaftlich ist, aber hohen Anschauungswert für die Demonstration der Solarenergienutzung hat.

Folgende Themen, Aufgabenstellungen und Experimente können in der Schule behandelt werden:

- Physikalische Grundlagen (Absorption und Reflexion, Energieumwandlung und Wärmespeicherung)
- Berechnung der Kollektorfläche, die notwendig wäre, um den Wärme- oder Warmwasserbedarf der Schule mit Solarenergie zu decken
- Bau eines Kollektors oder einer Kochkiste
- Bestimmung des Wirkungsgrades eines Kollektors oder einer Kochkiste
- Untersuchung, ob die Installation einer Kollektoranlage an der Schule sinnvoll ist und
- ggf. Installation einer Kollektoranlage an der Schule (unter Nutzung von Förderprogrammen)

Altersklasse:

ab 8. Klasse

Umfang:

beliebig

Vorbereitung:

Beschaffung der Experimentierausstattung und Vorbereitung der Experimente,

Beschaffung von Materialien für den Bau eines Kollektors / einer Kochkiste,

Auswahl und Anmeldung bei Exkursionszielen (z.B. E-5, E-7, E-14, E-15, E-16)

Unterrichtsvorschlag 12:

Windenergie

Inhalt:

Die Nutzung der Windenergie hat sich in den letzten Jahren rasch entwickelt. Der großen Bedeutung der Windenergie für den Energiesektor sollte deshalb auch im Schulunterricht Rechnung getragen werden.

Folgende Themen, Aufgabenstellungen und Experimente können in einer Unterrichtseinheit zur Fotovoltaik behandelt werden:

- Physikalische Grundlagen (Energie des Windes, Kräfte am Windrad: Widerstandskraft und Auftriebskraft)
- Bauarten und Wirkungsgrade von Windrädern (Widerstandsläufer und Auftriebsläufer)
- Aufbau und Funktion von Windkraftanlagen
- Diskussion über die Perspektiven der Windenergienutzung unter Abwägung von Klima- und Naturschutz Gesichtspunkten
- Bau einfacher Windradmodelle (siehe Unterrichtsmaterial Nr. 56)
- Bau eines Windkanals zum Test von Windradmodellen
- Messungen an Windrädern im Windkanal

Im Unterrichtsmaterial Nr. 119 sind der Bau eines Windkanals sowie die Leistungsmessung und Wirkungsgradbestimmung von Windrädern beschrieben.

Altersklasse:

Ab 8. Klasse

Umfang:

beliebig

Vorbereitung:

Beschaffung von Materialien für den Bau von Windradmodellen,

Beschaffung der Experimentierausstattung und Vorbereitung der Messungen,

Auswahl und Anmeldung bei Exkursionszielen (z.B. E-14, E-15, E-16)