

Verbundforschungsprojekt:

Erlebniswelt Erneuerbare Energien: powerado



Modul 07b: Erfahrbare EE - Klimaballon

Oswald, Hartmut (2006b):

**Der Klimaballon EE –
Begleitmaterial für Veranstaltungen.**

Materialien ME6.

Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Forschungsvorhaben im Rahmen der

Richtlinie zur Förderung von Untersuchungen zur
Fortentwicklung der Gesamtstrategie zum weiteren
Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE)

Laufzeit: Juli 2005 bis Juni 2008

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

FKZ: 032 75 40



Kontakt:

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Malte Schmidthals

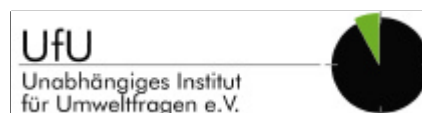
Hartmut Oswald

Greifswalder Str. 4

10405 Berlin

h.oswald@ufu.de

Tel. 030-428 4993-24 / -21



Berlin, August 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Anliegen.....	3
2	Praktische Durchführung	4
2.1	Die verschiedenen Ballone.....	4
2.2	Der Aufbau.....	4
2.3	Die Durchführung der Aktion	5
3	Hintergrundinformationen.....	8
3.1	Wie viel Energie verbrauchen wir?.....	8
3.2	Entwicklung des Klimas	8
3.3	CO ₂ -Emissionen im internationalen Vergleich	9
3.4	CO ₂ -Reduktionsziele	10
3.5	Maßnahmen zur CO ₂ -Reduzierung	10
3.6	Weiterführende Materialien	11
4	Klimaschutz – ganz praktisch.....	12
4.1	Klimaschutztipps für die privaten Haushalte	12
4.2	Klimaschutztipps für die Schule	13
5	Übungsaufgaben.....	14
6	Quellen.....	16
7	Kontakt.....	16

Abbildung 1: Der Klimaballon an der Bernhard-Lichtenberg-Oberschule in Berlin-Lichtenberg.



Quelle: Eigene Aufnahmen.

1 Anliegen

Die „Forschungsstudie Umweltbildung Erneuerbare Energien für Kinder und Jugendliche“, die im Rahmen des Umweltforschungsplanes 2003 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erstellt wurde, hat durch eine Befragung von mehr als 1.000 Kindern und Jugendlichen gezeigt, dass die Themen „Erneuerbare Energien und Umweltfolgen nicht-erneuerbarer Energien“ zwar im Bewusstsein der Jugendlichen verankert sind, dass aber zugleich keine emotionale Bindung zu dem Thema besteht (Scharp et al. 2005 S.46ff.). Diese Einschätzung trifft vermutlich auch auf Kenntnisse von Jugendlichen über ihren täglichen Energieverbrauch und ihre täglichen Emissionen zu, denn die jährlich publizierten Statistiken sind sehr abstrakt und nicht personenbezogen.

Da über die CO₂-Emissionsdaten zumeist nur in bestimmten Wissenschaftler- und Politikerkreisen diskutiert wird und diese Zahlen für die meisten Menschen sehr abstrakt und kaum fassbar sind, geschweige denn, dass daraus Konsequenzen für eigenes Verhalten abgeleitet werden, soll das Ausmaß der Kohlendioxidemissionen in Deutschland – in 2004 901 Mio. t bzw. 11 t/Einw. und Ziel für 2050 – sowie für Indien als Beispiel für ein Entwicklungsland durch einen Ballon veranschaulicht werden. Um die Ballons in einer für den Einsatzzweck praktikablen Größenordnung zu halten, wurden dafür die täglichen Pro-Kopf-Emissionen von 15,2 m³ (Deutschland 2004), 3,43 m³ (Deutschland 2050) und 1,45 m³ (Indien 2002), als Grundlage genommen. Dies entspricht Kugeln mit Durchmessern von 3,07 m, 1,87 m bzw. 1,40 m.

Diese „Klimaballons“ sollen bei verschiedenen Aktionen, z.B. auf Projekttagen an Schulen, Agenda-21- oder Umweltveranstaltungen, von den Teilnehmern mit einer Handpumpe aufgepumpt werden. Dies erfordert einen sportlichen Einsatz vieler Personen. Auf diese Weise macht der Klimaballon das Ausmaß unserer klimabelastenden CO₂-Emissionen auf zweierlei Art sinnlich erfahrbar: Zum einen wird durch die Größe der Ballons die emittierten CO₂-Mengen visualisiert. Zum anderen wird auch durch die manuelle Befüllung die CO₂-Emission physisch erlebbar gemacht. Darüber hinaus sollen die Aktionen auch dazu genutzt werden, um in begleitenden Gesprächen sowie in projektbezogenem Unterricht mit Schülern über die Klimaproblematik und über die Möglichkeiten des Einzelnen, zum Klimaschutz beizutragen, zu informieren.



Zur Unterstützung solcher Aktionen und Projekte wurde - neben einem Flyer und einer Internet-Seite (siehe www.powerado.de) das vorliegende Begleitmaterial entwickelt. Es enthält neueste wissenschaftliche Erkenntnisse über den drohenden Klimawandel, einen internationalen Vergleich der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen und den Rechenweg zur Ermittlung der Größe des Klimaballons. Es werden außerdem Möglichkeiten der Berechnung des individuellen CO₂-Ausstoßes und des praktischen Klimaschutzes in Privathaushalten und in Schulen dargestellt.

Die in dieser Broschüre vorgestellten Hintergrundinformationen, Berechnungen und Übungsaufgaben eignen sich für die Sekundarstufe I und II. Die Durchführung der Aktion lässt sich jedoch wegen ihrer Anschaulichkeit auch gut an Grundschulen durchführen. Für die weitere Auseinandersetzung mit dem Thema Klimaschutz sind dort jedoch weitere Projekte, die einen praktischen Zugang ermöglichen, wie Energiesparen in der Schule oder Basteln mit Solarzellen usw. eher geeignet. Hierzu werden Hinweise für entsprechende Publikationen gegeben.

2 Praktische Durchführung

2.1 Die verschiedenen Ballone

Die Aktion „Klimaballon“ kann an Schulen im Rahmen von Projekttagen, projektbezogenem Unterricht oder im Rahmen einer Arbeitsgemeinschaft umgesetzt werden. Zielstellung sollte es in jedem Fall sein, die ganze Schule einzubeziehen, um einen möglichst hohen Verbreitungsgrad der Informationen zum Klimaschutz zu erreichen.

Für die Aktion stehen insgesamt vier Klimaballons zur Verfügung:

- ein blauer Ballon mit 3 m Durchmesser, der dem gegenwärtigen täglichen Pro-Kopf-CO₂-Ausstoß in Deutschland entspricht und optisch an die Ansicht der Erde aus dem Weltall erinnert sowie die Aufschrift „CO₂-Übergewicht“ trägt,
- ein grüner 2 m-Ballon mit der Aufschrift „CO₂-Idealgewicht“, der das Nachhaltigkeitsziel einer 80-prozentigen CO₂-Reduzierung bis zum Jahr 2050 (bezogen auf 1990) darstellt und
- ein rot-weißer 1,5 m-Ballon, der den gegenwärtigen CO₂-Ausstoß Indiens als Beispiel für ein Entwicklungsland verkörpert,
- ein gelber Ballon mit 3 m Durchmesser, der an die Sonne erinnert,

Abbildung 2: Die Klimaballons.



Quelle: Eigene Darstellung

Die Ballone können in unterschiedlicher Kombination verwendet werden, wobei immer der blaue Ballon als Referenz beteiligt ist: Soll die ungerechte Inanspruchnahme der Ressourcen zwischen Nord und Süd im Focus der Betrachtung stehen, bietet sich die Kombination mit dem Indien-Ballon an. Bei der Betrachtung des Nachhaltigkeitsziels wird dem blauen der grüne Ballon gegenüber gestellt. Soll es nur um einen eher sportlichen Wettbewerb gehen, können der blaue und der gelbe Ballon von je einer Mannschaft aufgepumpt werden. Wenn es nur darum geht, das gegenwärtige Ausmaß der CO₂-Emissionen darzustellen, kann der blaue Ballon auch einfach allein verwendet werden.

2.2 Der Aufbau

Neben Handpumpen steht für die Befüllung auch eine solarbetriebene elektrische Pumpe zur Verfügung, so dass auch ein Wettkampf Muskelkraft gegen Solarenergie möglich ist. Die Handpumpen wurden so gewählt, dass der Ballon damit im Rahmen einer Veranstaltung aufgepumpt werden kann. Verwendet wurde eine Kolbenhubpumpe mit 2 Litern Inhalt. Das Aufpumpen dauert damit – je nach Charakter der Veranstaltung sowie Art und Anzahl der Teilnehmer – zwischen einer und drei Stunden.

Ungefähr so lange (abhängig von der Intensität der Sonneneinstrahlung) dauert es auch mit der Solarpumpe. Notfalls kann die elektrische Pumpe auch mit einem passenden Netzgerät (12 V) betrieben werden. Darüber hinaus wurden Ständer für die Ballone angeschafft.

Folgendes Zubehör wird für die Durchführung einer Klimaballon-Aktion (in der entsprechenden Anzahl der verwendeten Ballone) benötigt:

- Ballon mit Halteseilen und Flickzeug
- (Hand-)Luftpumpe mit Schlauch (alternativ: Gebläse mit Solarmodul oder Netzgerät)
- Plane als Unterlage
- Ständer (nicht unbedingt erforderlich)
- Klebeband und Schere (alternativ: Drahtspirale und Gummi oder Gummi mit Knopf)
- optional: Fotoapparat zur Dokumentation der Veranstaltung

Zum Aufbau des Klimaballons sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

1. Ausbreiten der Plane.
2. Ggf. Aufklappen des Ständers und Aufstellung auf der Plane.
3. Ausbreiten des Ballons.
4. Aufstecken des Schlauches auf den oberen Ausgang der Luftpumpe.
Alternativ: Positionierung des Solarmoduls (bzw. des Netzgerätes) und Anschluss der Kabelverbindung mit den Kontakten des Gebläses (rot an rot und schwarz an schwarz).
5. Verbindung des Ballons mit dem Schlauch der Luftpumpe und Abdichtung der Schlauch-Ballonverbindung mit Klebeband.
Alternativ: mit dem Ausgang des Gebläses oder mit der Drahtspirale und Gummi oder Gummi mit Knopf.
6. Aufpumpen des Ballons mit Handpumpe oder dem elektrischen Gebläse (Netzstecker oder Solarmodul).
Achtung: Bei Verwendung des Netzteils mit Gebläse vorher die Spannung einstellen auf maximal 12 V! Bei geringerer Spannung läuft das Gebläse leiser. Darüber hinaus lässt sich auch die Pumpgeschwindigkeit regulieren.
7. Bei Wind: Anbinden des Ballons an feste bzw. schwere Gegenstände. Bitte darauf achten, dass die Ösen am Ballon nicht zu sehr belastet werden, die sie sonst abreißen können!

Während der Aktion ist darauf zu achten, dass der Ballon keinen unnötigen mechanischen Beanspruchungen (Untergrund, Boxen und Treten) ausgesetzt wird. Ggf. auftretende Lecks können mit dem beiliegenden Flickzeug abgedichtet werden.

2.3 Die Durchführung der Aktion

Die Aktion kann so gestaltet werden, dass sich die Schüler nach einer kurzen Einführung darüber, worum es bei der Aktion geht, als Klasse oder als Kleingruppe am Aufpumpen des Ballons beteiligen. Das Pumpen ist anstrengend, so dass auf einen häufigen Wechsel der Schüler/innen zu achten ist. Das Aufpumpen dauert damit – je nach Charakter der Veranstaltung sowie Art und Anzahl der Teilnehmer – zwischen einer (ohne Pause) und drei Stunden (mit Pausen und jüngeren Schüler/innen). Die Solarpumpe braucht bei sonnigem Wetter gleichlang. Die meisten Schüler werden während des Aufpumpens um den Ballon herumstehen und ihren Gedanken nachhängen (s. Abbildung 2). Auch wenn sie nichts tun, wird doch ihre Neugier geweckt und es kommen erste Gespräche über das „Wieso?“ und das „Warum?“ mit den betreuenden Lehrern zu Stande. Hierbei kann der Betreuer auch Diskussionen anregen über Energie und Erneuerbare Energien. Mögliche Fragen sind beispielsweise:

- Was ist Energie?
Stichworte: Energie ist eine Eigenschaft von Dingen, so dass sie Arbeit leisten können [z.B. Wind] oder mit ihnen Arbeit geleistet werden kann [z.B. Benzin].
- Wofür brauchen wir Energie?
Stichworte: zum Leben zu Hause in Form von Strom und Wärme, als Nahrung, für die Mobilität, um Dinge herzustellen
- Wie viel Energie verbrauchen wir pro Tag?
Stichworte: pro Bundesbürger und pro Tag in 2005 ca. 16,5 kg Steinkohle = 16,5 SKE = 134 kWh [Strom] = 15,1 m³ Erdgas = 11,5 kg Rohöl = 482 KJ; Basis BMWi: Energiedaten 2005; zum Vergleich: aktive Kinder verbrauchen durchaus 2.500 kcal bzw. 10,5 kJ pro Tag; wenn ein Kind 20 min schnell Fahrrad fährt, verbraucht es 0,6 kJ; der Tagesenergieverbrauch eines Deutschen in den Energiegehalt einer fettreichen Nuß-Nugatcreme umgerechnet wären ca. 22 kg von der Nuß-Nugatcreme.
- Wie viel Energie verbraucht eine mittelgroße Schule mit ca. 500 Schülern?
Stichworte: 100.000 kWh Elektrizität pro Jahr, 1.000.000 kWh Wärme pro Jahr, zusammen ca. 4 Mio. kJ, dies entspricht 300 t CO₂ bzw. 150.000 m³ bzw. einem Ballon mit 66 m Durchmesser.
- Woher kommt unsere Energie?
Stichworte: zumeist aus Uran/Atomkraft, Gas, Erdöl/Schweröl- und Dieselmotoren, Braun- und Steinkohle, seit längerer Zeit aus Wasserkraft [Talsperren] und Biomasse [Holz], seit einiger Zeit v.a. auch aus den erneuerbaren Energieträgern wie Windenergie und Erdwärme.
- Was sind fossile Energien / nicht regenerative Energien / Energieträger?
Stichworte: Energieträger, die vor langer Zeit entstanden sind / die sich extrem langsam bilden und die wir aufbrauchen können / Energieträger sind Stoffe, deren Energie wir nutzen können.
- Was sind die Nachteile der fossilen Energien und von Atomkraft?
Stichworte: wir können sie verbrauchen, sie erzeugen gesundheitsgefährdende Abgase, sie verändern das Klima / Atomkraft erzeugt Abfälle die tausende Jahre überwacht werden müssen.
- Was ist Wetter und was ist Klima?
Stichworte: Wetter umfasst kurzfristige Ereignisse wie Regen und Sonnenschein, kalter Winter und heißer Sommer / Klima ist das langfristige Wettergeschehen über mindestens dreißig Jahre.
- Was ist der Klimawandel, der Treibhauseffekt und wie äußert er sich?
Stichworte: Veränderung des mittel- und langfristigen Wettergeschehens / stetige Erwärmung der Erdatmosphäre / mehr bedrohliche Wetterereignisse wie Stürme und Dürren, Gletscherschmelze
- Was sind erneuerbare Energien und was sind ihre Quellen?
Stichworte: Energien, die wir nicht aufbrauchen können; Biomasse, Erdwärme, Solarstrahlung, Wasserkraft, Windenergie / Quellen: Sonne, Mond und Rotation der Erde sowie die Erdwärme.
- Welche Erneuerbaren Energien nutzen wir und wie nutzen wir sie?
Stichworte: Biomasse wie Holz [Wärme und tlw. für Stromerzeugung] und Ölpflanzen [Diesel], Wasserkraft [Strom], Windenergie [Strom], Erdwärme [Wärme und tlw. Stromerzeugung], Solarwärme [Wärme], Sonnenlicht [Strom].
- Was sind die Vorteile Erneuerbarer Energien?
Stichworte: wir können sie nicht aufbrauchen, sie belasten das Klima nicht und erzeugen keinen Treibhauseffekt.
- Können wir alle Energie aus Erneuerbaren Energien gewinnen?
Stichworte: Nein, dafür brauchen wir noch zu viel Energie, aber wenn wir Energie sparen und nur eine Technik nutzen, die wenig Energie verbraucht [Sparlampen, A+-Haushaltsgeräte, mehr Busse und Bahnen], dann geht es doch.
- Wie kann man Energie sparen? (vgl. Kap. 4)

Am Ende des Projekttagess wird der Ballon in seiner vollen Größe von allen zu bestaunen sein. Durch den „Eventcharakter“ erwarten wir, dass sich die Aktion bei den Schülern einprägt und dass sie einen emotionalen Zugang zu dem Thema Klimaschutz finden.

Das frisch erworbene Wissen wird in der anschließenden Unterrichtseinheit systematisiert und vertieft. Dabei sollten folgende Inhalte vermittelt werden (s. Kap. 3 bis 5):

- Ausmaß unseres gegenwärtigen Energieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen,
- Ursachen und Folgen des Treibhauseffektes sowie
- Möglichkeiten zur Verringerung der CO₂-Emissionen in Privathaushalten und Schulen.

Die Vermittlung des Themas muss in seinen Inhalten und methodisch auf die Vorkenntnisse und Bedürfnisse der jeweiligen Altersgruppe abgestimmt sein. Dabei kann neben dieser Broschüre auf zahlreiche Unterrichtsmaterialien, sowohl des UfU als auch von anderen Einrichtungen, zurück gegriffen werden (siehe Literaturliste).

Die Aktion eignet sich auch sehr gut zur Durchführung auf Umweltfesten, Klimaschutzveranstaltungen, Tagungen usw. Dabei werden die jeweiligen Teilnehmer aktiv in das Aufpumpen des Ballons einbezogen. Die dazu gehörigen Informationen können durch den Flyer sowie durch persönliche Gespräche vermittelt werden. Oft wird dabei durch die Präsenz von Medienvertretern eine besonders hohe Öffentlichkeitswirksamkeit erzielt.

Abbildung 3 und 4: Klimaballon-Aktion an der Freien Montessorischule in Berlin-Köpenick – das dürfen die Kinder machen.



Abbildung 5: Klimaballonaktionen - das sollten die Kinder nicht machen.



Quelle: Eigene Aufnahmen.

3 Hintergrundinformationen

3.1 Wie viel Energie verbrauchen wir?

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts nutzten die Menschen neben der Muskelkraft von Mensch und Tier fast ausschließlich die regenerativen Energiequellen Sonne, Wind, Wasser und Biomasse (v.a. Brennholz). Erst die technologische Entwicklung seit Beginn der industriellen Revolution ermöglichte die Nutzung fossiler Brennstoffe in großem Maßstab. Meilensteine dieser Entwicklung waren die Erfindung der Dampfmaschine, die Entwicklung von Motoren für alle erdenklichen Einsatzgebiete (v.a. Otto-, Diesel- und Elektromotor), die Nutzung der Elektrizität sowie Mitte des 20. Jahrhunderts der Kernenergie für die Energiegewinnung. Dadurch wurden völlig neue technische Möglichkeiten eröffnet: Gegenüber den herkömmlichen technischen Antrieben durch Wind, Wasser und Muskelkraft erhöhte sich die Leistung der Maschinen zur Verrichtung verschiedenster Arbeiten um Größenordnungen. Als Folge davon kam es zu einem sprunghaften Anstieg der Produktion und des Energieverbrauchs.

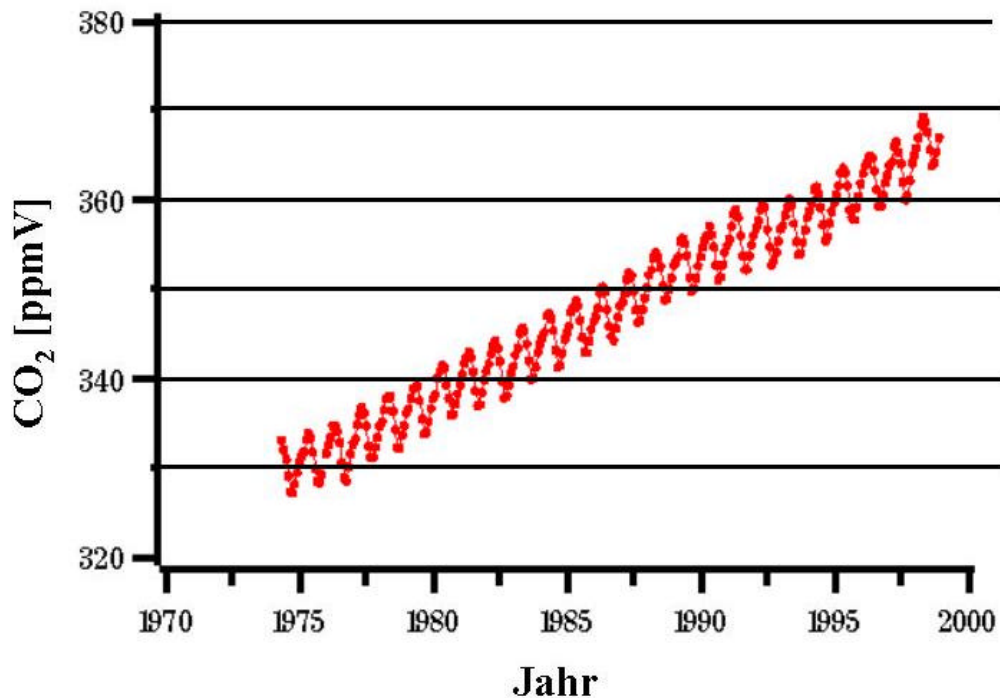
Welches Ausmaß unsere wirtschaftlichen Aktivitäten inzwischen erreicht haben, lässt sich an unserem heutigen Energieverbrauch ermesen (siehe Aufgabe 2.2): Der Primärenergieverbrauch der Bundesrepublik lag 2005 bei 14.238 PJ = 14.238.000.000.000.000.000 J (PJ = Pentajoule, 1 PJ = 10^{15} Joule, BMWi 2006, Tab. 4) Diese Energiemenge entspricht dem Energiegehalt von rund 500 Mio. Tonnen Steinkohle. Ein Zug, der diese Menge transportieren würde, wäre 100.000 km lang – 2 ½ mal der Erdumfang! Der Weltenergiebedarf liegt nochmals beim 30-fachen und betrug 443 EJ bzw. 433.000 PJ im Jahr 2003 (EJ = Eka-Joule, 1 EJ = 10^{18} Joule).

In Deutschland betrug im Jahr 2005 der Anteil der fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas am Primärenergieeinsatz ca. 83 % (BMWi 2006, Tab. 4). Abgesehen davon, dass die Vorräte dieser Energieträger bereits in wenigen Jahrzehnten zur Neige gehen, schädigt deren energetische Nutzung das Klima, denn sie enthalten Kohlenstoff, der bei der Verbrennung zu dem klimaschädigenden Kohlendioxid (CO_2) oxydiert wird. In Deutschland lagen die energiebedingten CO_2 -Emissionen 2005 bei 880 Mio. Tonnen (BMWi 2006, Tab. 12).

3.2 Entwicklung des Klimas

Inzwischen gilt als sicher, dass die menschlichen Aktivitäten einen Anstieg der mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche zur Folge haben. Dies ist vor allem auf die Emission von Treibhausgasen und deren Anreicherung in der Erdatmosphäre zurückzuführen. Den größten Anteil daran hat das Kohlendioxid (CO_2), das bei der Verbrennung fossiler Energieträger sowie der großflächigen Vernichtung der Wälder, vor allem des Tropenwaldes entsteht, zurückzuführen.

Nach neuesten Erkenntnissen des International Panel of Climate Change (IPCC), einem internationalen Zusammenschluss von auf dem Gebiet der Klimaentwicklung tätigen Forschungsinstituten, hat die CO_2 -Konzentration in der Erdatmosphäre seit 1750 um 31 % zugenommen und mit über 360 ppm ein Niveau erreicht, das zumindest in den letzten 420.000 Jahren und wahrscheinlich auch nicht während der letzten 20 Millionen Jahre nicht überschritten wurde. Auch die gegenwärtige Zunahmerate ist in den letzten 20.000 Jahren ohne Beispiel (IPCC 2001, S.7).

Abbildung 6: Entwicklung der CO₂-Konzentration auf dem Mauna Loa in Hawaii.

Quelle: Thoning und Tans 2000.

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ist mit einem Temperaturanstieg um 1,4 bis 5,8 °C zu rechnen. Bereits jetzt sind ein Temperaturanstieg von 0,4 bis 0,8 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert und erste Auswirkungen wie die Zunahme extremer Wetterereignisse (Dürren, Hochwasserkatastrophen usw.) sowie die Verringerung der Eismasse durch das Abschmelzen der Pole und Gletscher zu verzeichnen. Eine weitere Zunahme dieser Tendenzen sowie der Anstieg des Meeresspiegels gelten als sicher. Dies würde dazu führen, dass immer größere Gebiete durch Überflutung und die Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzung unbewohnbar werden. In Folge dessen ist weltweit mit einer Zunahme der Migrationsbewegungen und Verteilungskämpfe um die immer knapper werdenden nutzbaren Flächen und Ressourcen zu rechnen.

Auf Grund dieser absehbaren Folgen des Klimawandels ist der Klimaschutz ein wichtiges Handlungsfeld der 1992 auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro verabschiedeten Agenda 21. Vor allem die Industrieländer, die bei nur ca. 20 % Bevölkerungsanteil ungefähr 80 % der Ressourcen in Anspruch nehmen, müssen dabei besondere Anstrengungen unternehmen, um die Lebensgrundlagen für künftige Generationen auf der Erde zu erhalten. Aus diesen Gründen ist es wichtig, Energie zu sparen, die notwendige Energie effizient zu nutzen und die Nutzung der CO₂-neutralen erneuerbaren Energiequellen voranzutreiben.

3.3 CO₂-Emissionen im internationalen Vergleich

Bei einem Vergleich der CO₂-Emissionen verschiedener Länder wird deutlich, dass die Industriestaaten wegen des höheren Verbrauch fossiler Energieträger deutlich über dem weltweiten Durchschnitt liegen (siehe Tabelle 1). Gegenüber den Industrieländern, wie beispielsweise USA, BRD und Japan, haben die Entwicklungsländer noch einen großen Aufholbedarf bei der Industrialisierung, um für die Einwohner menschenwürdige Lebensbedingungen zu schaffen. Deshalb wird diesen Ländern ein gewisses Wachstum – auch der CO₂-Emissionen – zugestanden. Besonders die führenden

Industrieländer sind dazu angehalten, Zeichen für eine nachhaltige Entwicklung zu setzen, da sich die meisten ärmeren Länder an der Entwicklung in den Industrieländern orientieren. Anhand der in Tabelle 1 gegebenen CO₂-Emissionen pro Kopf kann der Klimaballon für die BRD und andere Länder berechnet werden (siehe Übungsaufgabe 2).

Tabelle 1: CO₂-Emissionen ausgewählter Länder und Kontinente im Vergleich (2005).

	Einwohnerzahl (Mio.)	jährliche CO ₂ - Emissionen (Mio. t)	CO ₂ -Emissionen pro Kopf (t/Ew.)
BRD	82	880	10,7
USA	296	6.526	21,9
Japan	128	1.406	10,8
VR China	1.304	5.327	3,7
Indien (2002)	1.104	1.016	0,9
Lateinamerika	559	1.021	1,8
Afrika	906	944	1,0
Welt	6.477	29.166	3,8

Quelle: BMWi 2006, DSW 2006 und eigene Berechnungen.

3.4 CO₂-Reduktionsziele

Auf der Grundlage des Berichtes der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages beschloss bereits die Bundesregierung unter Helmut Kohl, eine Verminderung der CO₂-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2005 um 25 Prozent, bezogen auf das Basisjahr 1987 anzustreben (BMU 1991, S. 7). Darüber hinaus wurden auf der Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto im Jahr 1997 konkrete Klimaschutzziele für die teilnehmenden Staaten festgelegt. Dabei verpflichtete sich die Bundesrepublik zu einer Verringerung des Ausstoßes klimarelevanter Gase um 21 Prozent (gerechnet in CO₂-Äquivalenten) bis zum Jahr 2012 (BMU 2000).

Langfristig, d.h. bis zum Jahr 2050 stehen die Industrieländer vor der Aufgabe, die CO₂-Emissionen um 80 % zu reduzieren, damit insgesamt eine Halbierung erreicht werden kann, was zur Stabilisierung des CO₂-Gehalts der Erdatmosphäre und zur Begrenzung der negativen Auswirkungen des Klimawandels notwendig ist. Dieses Ziel wird durch den grünen Klimaballon dargestellt.

3.5 Maßnahmen zur CO₂-Reduzierung

Mittel zur Erreichung dieser Ziele werden in zahlreichen Publikationen aufgezeigt. Auf den Erkenntnissen der Enquete-Kommission beruht auch das Nationale Klimaschutzprogramm der Bundesregierung, worin einzelne Maßnahmen und das jeweils erreichbare Reduktionspotential dargestellt sind (BMU 2000).

Im Mittelpunkt der Bemühungen zur CO₂-Reduzierung steht die Herbeiführung einer Wende in der Energiepolitik mit Orientierung auf

- Energieeinsparung,
- rationelle Energieverwendung und
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

Zur Erreichung der hochgesteckten Ziele ist auch eine Änderung der Konsumgewohnheiten und des Lebensstils jedes Einzelnen notwendig. Zur Entwicklung eines entsprechenden Problembewusstseins sind Informations- und Aufklärungsarbeit notwendig. Das Projekt „Der Klimaballon“ leistet dazu einen Beitrag. Somit bietet es sich an, die Aktion in den Kontext von Projekten zu den Themen Agenda-21, Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Energie usw. zu stellen.

3.6 Weiterführende Materialien

- Eschner, J.; Oswald, H. (1999): Unterrichtseinheiten zum Energiesparen an Schulen: - Ist unsere Schule eine Sauna? Berlin: Berliner ImpulsE – ein Programm der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.
- Eschner, J.; Oswald, H. (2000): Unterrichtseinheiten zum Energiesparen an Schulen: - Die Energiesparwoche. Berlin: Berliner ImpulsE – ein Programm der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.
- Eschner, J.; Oswald, H. (2000): Unterrichtseinheiten zum Energiesparen an Schulen: - Orientierung im Dschungel der Energiedaten. Berlin: Berliner ImpulsE – ein Programm der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.
- Eschner, J.; Wolff, J.; Schulz, W. (1991): ASKA – Eine Schule spart Energie. ipn-materialien, Kiel: IPN.
- e&u energiebüros (o.J.): Die persönliche Energiebilanz. Online: www.energiesparen-macht-schule.de/CO2bilanz.htm [Zugriff: 15.07.2006].
- Graf, U.; Koch, V.; Spitzley, H. (1997 – 2000): Modulares Schulinformationssystem Energie - Der Treibhauseffekt. Köln: ASEW.
- Graf, U.; Koch, V.; Spitzley, H. (1997 – 2000): Modulares Schulinformationssystem Energie - Woher kommt unsere Energie? Köln: ASEW.
- Graf, U.; Koch, V.; Spitzley, H. (1997 – 2000): Modulares Schulinformationssystem Energie -Energiesparen im Haushalt. Köln: ASEW.
- Graf, U.; Koch, V.; Spitzley, H. (1997 – 2000): Modulares Schulinformationssystem Energie - Die Energiesparschule. Köln: ASEW.
- HEA, Arbeitskreis Schulinformation Energie (Hrsg., 1998): Energiesparen in der Schule. 2. Auflage. Heidelberg: Energie-Verlag.
- Hessische Klima-Partner (2006): Beispielhafte Emissionsberechnung für eine Schule. Frankfurt: 3C climate change consulting GmbH. Online: http://www.klimaneutral-partner.de/w_beispielrechnung.html. [Zugriff: 18.08.2006].
- Oswald, H., Schmidthals, M. (2001): Energiesparen an Berliner Schulen – Beste Praxis. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.
- Reichert, K., Seifried, D. (1997): Energiesparen in der Schule, Freiburg i. Br.: Öko-Institut Verlag.
- Schmidthals, M.; Oswald, H.; Drack, A. (1999): Wie Energiesparen an Schulen; Linz: Oberösterreichische Umweltakademie.
- Umweltbehörde Hamburg – Energieabteilung (Hrsg., 1996): fifty/fifty – Hamburgs Schulen schalten auf Spargang! Hamburg: Umweltbehörde Hamburg.

4 Klimaschutz – ganz praktisch

Im folgenden sollen Hinweise zur Beschäftigung mit den praktischen Konsequenzen, d.h. wie jede/r Einzelne zu Hause und in der Schule zum Klimaschutz beitragen kann, gegeben werden:

4.1 Klimaschutztipps für die privaten Haushalte

Wärme

- 1) Oft kann die Raumtemperatur in Wohnräumen reduziert werden: 20°C sind im allgemeinen ausreichend. Dies ist gesünder und spart 5 bis 6 % Heizenergie pro Grad Temperaturabsenkung.
- 2) Lüftung durch dauerhaft angekippte Fenster kostet Energie! Durch kurzes und kräftiges Lüften (ca. 5 min) wird verbrauchte Luft ausgetauscht, aber die Abkühlung der wärmespeichernden Wände, Möbel usw. vermieden.
- 3) Durch Temperaturabsenkung bei elektrischen Warmwasserspeichern auf 40 bis 50 °C und Abschaltung bei Abwesenheit ab einem Tag spart viel Strom.
- 4) Stromheizungen und alte Heizkessel fressen Energie und Geld. Bei der Erneuerung sollte wenn möglich Brennwerttechnik eingesetzt und die Sonnenenergie genutzt werden!
- 5) Für den Ersatz der alten Heizungsanlage, die Wärmedämmung von Wohngebäuden und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen gibt es Fördermittel vom Staat!

Elektrische Energie

- 6) Die Stand-by-Verluste elektrischer Geräte lassen sich durch Netzabschaltung vermeiden – deshalb: Stecker ziehen, schaltbare Steckdosenleiste oder spezielle, im Elektrofachhandel erhältliche Vorschaltgeräte nutzen.
- 7) Die volle Auslastung elektrischer Haushaltsgeräte (Waschmaschine, Geschirrspüler) bei Benutzung spart Strom und Wasser.
- 8) Schon bei der Anschaffung elektrischer Haushaltsgeräte kann Strom gespart werden, indem die Energieeffizienzklasse A gewählt wird. Auch bei eventuell höheren Anschaffungskosten wird über die Lebensdauer des Gerätes durch die geringeren Betriebskosten in der Regel auch bares Geld gespart.
- 9) Mit Energiesparlampen reduziert sich der Stromverbrauch gegenüber Glühbirnen um 4/5. Die höheren Anschaffungskosten amortisieren sich schnell durch die eingesparten Energiekosten und die höhere Lebensdauer.

Ernährung

- 10) Durch die Reduzierung des Fleischverzehrs, vor allem aus energieintensiver Massentierhaltung, wird neben dem CO₂ auch die Entstehung anderer klimaschädlicher Gase vermieden.
- 11) Wenn (mehr) Produkte aus Ihrer Region und aus ökologischem Anbau gekauft werden, verkürzen sich die Transportwege bzw. werden energiesparende und umweltschonende Anbaumethoden gefördert.
- 12) Beim Einkauf sollte auf unverpackte bzw. umweltfreundlich verpackte Produkte geachtet werden, denn die Herstellung von Verpackungen, insbesondere von Blech, Glas und Kunststoffen ist energieintensiv und die Recyclingquote noch immer gering.

Mobilität

- 13) Manche Wege können statt mit dem Auto besser zu Fuß bzw. Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmitteln erledigt werden. Dies bringt neben einer Senkung der Benzinkosten unter Umständen auch eine Erhöhung der Lebensqualität.

- 14) Die Entdeckung der Urlaubsparadiese in der Nähe, statt in ferne Länder zu fliegen, trägt neben dem Klimaschutz auch zur Erhöhung des Bruttoinlandsproduktes bei!

4.2 Klimaschutztipps für die Schule

- 1) Bildet an Eurer Schule ein Energieteam mit einem verantwortlichen Fachlehrer, Schülern und dem Hausmeister und überlegt auf einem Schulrundgang, wie Ihr Energie sparen könnt.
- 2) Schließt mit Eurem Schulträger eine fifty/fifty-Vereinbarung ab. Das bedeutet, dass die Schule die Hälfte der eingesparten Energiekosten zur freien Verfügung erhält.
- 3) Nehmt die Temperaturen Eurer Schule raumweise auf (räumliches Temperaturprofil) und veranlasst über Hausmeister bzw. Schulleitung, dass die Temperaturregelung abgeglichen wird (Sollwert: 20 °C).
- 4) Messt den zeitlichen Temperaturverlauf und sorgt dafür, dass die Raumtemperaturen nachts, an den Wochenenden und in den Ferien auf 15 °C abgesenkt wird.
- 5) Kennzeichnet die Lichtschalter, um eine bedarfsgerechte Bedienung der Beleuchtung zu ermöglichen.
- 6) Erstellt Merkblätter mit den wichtigsten Regeln für energiesparendes Verhalten und hängt sie in den Klassenräumen aus.
- 7) Wählt Energieverantwortliche in den Klassen, die auf die Einhaltung der Verhaltensregeln achten.
- 8) Investiert die fifty/fifty-Erlöse in eine Solaranlage, Schulhofbegrünung oder in andere Klimaschutzmaßnahmen!
- 9) Vermeidet Abfälle! Setzt Euch beim Vorhandensein von Automaten mit besonders umweltbelastenden Verpackungen (z.B. Getränkedosen) für deren Ersatz durch umweltfreundlichere Alternativen ein.
- 10) Trennt die Abfälle, um ein Recycling der wiederverwertbaren Anteile zu ermöglichen.
- 11) Setzt Euch dafür ein, dass Lehrer/innen und Schüler/innen mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit dem Fahrrad zur Schule kommen.

Checklisten und Hinweise zur Umsetzung von Energiespar- bzw. Klimaschutzprojekten an Schulen gibt es in zahlreichen Publikationen (siehe Literaturliste).

Abbildung 7: Der Klimaballon in Japan.



Quelle: Eigene Aufnahmen.

5 Übungsaufgaben

Übungsaufgabe 1:

Berechne die Größe des Klimaballons für verschiedene Länder bzw. Kontinente!

Die Berechnung der Größe des Klimaballons – eventuell auch für unterschiedliche Länder – kann je nach Wissensstand der Schüler selbstständig oder gemeinsam mit dem/der betreuenden Lehrer/in erfolgen.

Ausgegangen wird von der jährlichen CO₂-Emission „m_{CO2}/a“ des betreffenden Landes (siehe Tabelle 1, z.B. Deutschland 2004: 901 Mio. t) und von seiner Einwohnerzahl (Deutschland: 82 Mio.).

Die tägliche CO₂-Emission pro Einwohner „m_{CO2}/(Ew.*d)“, welche die Grundlage für die Ermittlung des Volumens des Klimaballons bildet, errechnet sich wie folgt:

$$m_{CO_2}/(Ew.*d) = m_{CO_2}/a / (Ew. * 365 \text{ d}) \quad Ew. = \text{Einwohnerzahl}; d = \text{Tage}$$

Die CO₂-Masse wird dann über die Dichte $\rho_{CO_2} = 1,98 \text{ kg/m}^3$ in ein Volumen umgerechnet:

$$V_{CO_2}/(Ew.*d) = m_{CO_2}/(Ew.*d) / \rho_{CO_2} \quad (\text{Ergebnis für Deutschland 2004: } 15,2 \text{ m}^3)$$

Über die Formel zur Volumenberechnung von Kugeln $V = 4/3 \pi r^3$ kann schließlich noch der Durchmesser des Klimaballons berechnet werden (Ergebnis für Deutschland in 2004: 3,07 m).

Übungsaufgabe 2:

Ermittle die energiebedingten CO₂-Emissionen Deines Haushaltes / Deiner Schule!

Energiebedingte Emissionen entstehen im allgemeinen durch den Strom- und Wärmeverbrauch, den (motorisierten) Verkehr, die Industrie und die übrigen gewerblichen Bereiche. Bei den Privathaushalten sind auswertbare Daten für die Bereiche Strom, Wärme und Treibstoffe verfügbar (Rechnungen der Energieversorger, Tankquittungen). Dasselbe gilt für die Schulen, wobei hier vom Verkehr abgesehen werden kann, da dieser den Privathaushalten und nicht den Schulen zuzurechnen ist.¹

Zur Ermittlung der energiebedingten CO₂-Emissionen müssen zunächst die Verbrauchsdaten an Hand von Zählerständen oder Rechnungen der Energieversorger (Strom und Wärme) bzw. der Tankbons (nur private Haushalte) ermittelt werden. Sofern Datenbelege nicht vorhanden sind, sind Abschätzungen zu treffen.

Unter Umständen müssen die Angaben (z.B. Erdgas in m³, Heizöl, Benzin oder Diesel in Liter) in Kilowattstunden (kWh) umgerechnet werden. Wenn die Belege keine Angaben zur Umrechnung enthalten, kann mit den in Tabelle 2 angegebenen Heizwerten gerechnet werden.

Die bei der jeweiligen Energieumwandlung entstehenden CO₂-Emissionen sind durch so genannte CO₂-Emissionsfaktoren dokumentiert. Mit diesen kann die jeweilige Energiemenge in Kohlendioxid umgerechnet werden. Da diese außer vom eingesetzten Energieträger auch vom Wirkungsgrad der verwendeten Technik und weiteren Faktoren abhängen, sind in Tabelle 2 Mittelwerte angegeben.

¹ Die so ermittelte CO₂-Bilanz ist jedoch unvollständig, da der private und öffentliche Konsum nicht berücksichtigt ist, der Emissionen im Industrie- und übrigen gewerblichen Bereich verursacht. Deren Bewertung erfolgt in Übungsaufgabe 3.

Tabelle 2: Heizwerte und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger.

Energieträger	Heizwert	CO ₂ -Emissionsfaktor kg CO ₂ /kWh
Erdgas	9 kWh/m ³	0,20
Heizöl, Benzin, Diesel	10 kWh/Liter	0,26
Steinkohle	8 kWh/kg	0,33
Braunkohle	max. 6 kWh/kg	0,40
Biomasse (Holz, Biogas ...)	max. 4 kWh/kg	0
Fernwärme		0,24
Elektroenergie		0,60
Strom aus erneuerbaren Energiequellen		0

Quelle: Ueberhorst 1994, eigene Berechnungen nach BMWi: Energiedaten 2006.

Rechenbeispiele:

1.000 kWh Elektroenergie entsprechen 600 kg CO₂.

$$(1.000 \text{ kWh} * 0,6 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 600 \text{ kg CO}_2)$$

1.000 Liter Heizöl entsprechen 2.600 kg CO₂.

$$(1.000 \text{ kWh} * 10 \text{ kWh/Liter} * 0,26 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 2.600 \text{ kg CO}_2)$$

Um exakt zu sein, müsste bei der Berechnung der wärmebedingten CO₂-Emissionen noch eine Witterungsbereinigung erfolgen, um den Einfluss unterschiedlich warmer Winter zu berücksichtigen. Das Berechnungsverfahren ist in der Broschüre „Energiesparen an Berliner Schulen – Beste Praxis“ (Oswald und Schmidthalb 2001) dargestellt.

Übungsaufgabe 3:

Erstelle Deine persönliche CO₂-Bilanz und berechne Deinen persönlichen Klimaballon!

Die persönliche CO₂-Bilanz kann mit Hilfe verschiedener Berechnungsprogramme erstellt werden. Empfohlen werden kann z.B. das Excel-Programm "Persönliche CO₂-Bilanz" des e&u energiebüros in Bielefeld, das speziell für Schulen aufbereitet ist (dies.). Es liefert anhand von Beispielwerten aus Haushalt und Verkehr Daten zu Energieverbräuchen. Auch das Konsum- und Ernährungsverhalten wird berücksichtigt. Das Programmpaket ist im Internet in zwei Versionen verfügbar unter www.energiesparen-macht-schule.de/CO2bilanz.htm. Die einfache Version ist für Schüler bis ca. 7. Klasse geeignet. Die erweiterte Version ist ab ca. 7. Klasse einsetzbar. An Hand der persönlichen CO₂-Bilanz kann dann auch der persönliche Klimaballon berechnet werden (vgl. Übungsaufgabe 1).

6 Quellen

- Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA, 2005): Energiedaten 2006. Online: www.bmwa.bund.de/Navigation/Service/bestellservice. [Zugriff 15.08.2006]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, 2000): Nationales Klimaschutzprogramm – Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000. <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/6886.php>
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1990): Beschluss der Bundesregierung zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2005. In: Umweltpolitik, S. 7
- Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg., 1995): Mehr Zukunft für die Erde – Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz. Bonn: Economica Verlag.
- Ueberhorst, S. (1994): Energieträger Erdgas, Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie.
- IPCC (Hrsg. 2001): Climate Change 2001: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, IPCC Cambridge.
- Oswald, H. (2004): Unterrichtseinheit „Erdgas und Sonne in der Schule“. Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V., Berlin.
- Oswald, H., Schmidthals, M. (2001): Energiesparen an Berliner Schulen – Beste Praxis. Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V., Berlin.
- Thoning, K.W.; Tans, P.P. (2000): Atmospheric carbon dioxide record from continuous in situ measurements at Mauna Loa, Hawaii. Colorado (USA): National Oceanic and Atmospheric Administration, Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory. Online: <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/nocm-ml.htm> [Zugriff: 14.08.2006].
- Scharp, M.; Rathgeber, M.; Schmidthals, M.; Schmidt, M.; Buchholz, R.; Leonhards, S. (2005): Umweltbildung Erneuerbare Energien für Kinder und Jugendliche. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. IZT Werkstattbericht Nr. 73.

7 Kontakt

Wenn Sie Interesse an dem Klimaballon haben, dann rufen Sie und an oder schreiben uns eine Mail. Wir informieren Sie dann über die Bedingungen und Möglichkeiten für Veranstaltungen mit dem Klimaballon.

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Hartmut Oswald

Greifswalder Str. 4

10405 Berlin

hartmut.oswald@ufu.de

Tel. 030-428 499-32 / -30