

Der Klimawandel im Biologieunterricht

Erschließung der Thematik im Rahmen einer Projektarbeit



CLAAS WEGNER – KATHARINA GROHOTZKI

Der Klimawandel ist allgegenwärtig und bereits zum festen Bestandteil der Kernlehrpläne zahlreicher Fächer geworden. Im Fachunterricht bietet sich eine projektartige und damit arbeitsteilige Umsetzung der Thematik besonders deshalb an, weil das komplexe Thema Klimawandel auf diese Weise vertiefend und aus verschiedenen Perspektiven bearbeitet werden kann. Die Konzeption eines solchen Projektvorhabens soll im Folgenden dargestellt werden.

1 Der Klimawandel – ein Überblick

1.1 Ursachen und Prognosen

In einem Punkt sind sich Klimaforscher einig: Das Klima unserer Erde verändert sich. Diese Tatsache lässt sich durch Messwerte eindeutig belegen: »Seit mehr als hundert Jahren ist in der Wissenschaft bekannt, dass sich in der Erdatmosphäre Veränderungen vollziehen« (OBERTHÜR et al., 2000, S. 27).

Der natürliche Treibhauseffekt macht das Leben auf dieser Erde überhaupt erst möglich. Denn Spurengase, wie beispielsweise Wasserdampf (H_2O), Kohlenstoffdioxid (CO_2) oder Methan (CH_4), wirken als sogenannte Treibhausgase und lassen dabei die kurzwellige Sonnenstrahlung passieren, langwellige Wärmeabstrahlungen aber – in welche sich die Sonnenstrahlung beim Auftreffen auf Oberflächen zum Teil umwandelt – werden größtenteils in der Atmosphäre zurückgehalten. Damit wird die mittlere Erdtemperatur bei $+15\text{ °C}$ gehalten. Durch anthropogene Emissionen derartiger Treibhausgase wird der natürliche Treibhauseffekt jedoch verstärkt, sodass sich die Erdtemperatur stetig erhöht (vgl. GUDERIAN, 2000, S. 493 f.).

Mithilfe von Klimaaufzeichnungen aus der Vergangenheit können Vergleiche zwischen den aktuellen Klimadaten und denen vor Beginn des Industriezeitalters angestellt werden (vgl. Allianz Umweltstiftung, 2007, S. 28), die Aufschluss darüber geben, inwieweit sich das Klima mit der Entwicklung neuer Technologien, dem rasanten Wachstum der menschlichen Population und dem damit verbundenen erhöhten Treibhausgasausstoß verändert hat. Im Hinblick auf die Konzentration klimawirksamer Treibhausgase zeigen sich auffällige Veränderungen: So ist seit 1750 die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre um 35 %, die Methan-Konzentration um 148 % und die Lachgas-Konzentration um 18 % gestiegen (vgl. ebd.). Parallel zu der Erhöhung der Konzentration bestimmter Treibhausgase ist – seit Beginn der systematischen Aufzeichnung von Temperaturwerten (1861) – ein Anstieg der mittleren globalen Temperatur festzustellen: Zwischen 1906 und 2005 ist die globale Jahresmitteltemperatur beispielsweise um $+0,74\text{ °C}$ gestiegen (vgl. ebd.). In Bezug auf Deutschland betrug der Erwärmungstrend über die letzten 100 Jahre $+1\text{ °C}$ (vgl. BUCHAL et al., 2010, S. 78). Auf der Grundlage derartiger Messdaten gilt die These, dass der Mensch die Hauptursache der derzeitigen Erderwärmung ist, der Klimawandel also anthropogen verursacht ist, in der Fachwissenschaft weltweit weitestgehend als anerkannt.

Eine möglichst realistische Ermittlung der in Zukunft zu erwartenden Treibhausgasemissionen ist insbesondere mit Blick auf

die weltweite Klima(schutz-)politik von großer Relevanz. Der 1988 gegründete IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), der Berichte von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen sammelt, um die weltweit erfassten Daten über die Entwicklung des Klimas zentral zu bündeln (vgl. SCHÜPPEL, 2007, S. 34 f.), hat in diesem Zusammenhang verschiedene Zukunftsszenarien erstellt, die unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten hinsichtlich Bevölkerungswachstum, Energieverbrauch und technologischem Fortschritt beschreiben. Alle Klimaprojektionen zeigen einen deutlichen globalen Temperaturanstieg bis zum Ende dieses Jahrhunderts, der sich – je nach Szenario und bezogen auf den Mittelwert von 1980–1999 – zwischen $+1,8\text{ °C}$ und $+6,4\text{ °C}$ bewegen wird (vgl. POBBRE-GAR et al., 2009, S. 35). In den höheren Breiten ist in der Folge mit einer Zunahme von Niederschlägen zu rechnen, da sich »in einer wärmeren Atmosphäre durch zunehmende Verdunstung mehr Wasserdampf bildet« (Allianz Umweltstiftung, 2007, S. 34), wohingegen in den Subtropen und Tropen von einer Abnahme der Niederschlagsmengen auszugehen ist (vgl. ebd.). In diesem Zusammenhang ist – je nach Region – mit einer Häufung von Wetterextremen wie Überschwemmungen, Hitze- und Dürreperioden zu rechnen (vgl. ebd.). Besonders in der Arktis wird die Schnee- und Eisbedeckung weiterhin abnehmen. Wenn dadurch Permafrostböden auftauen, könnten große Mengen an Kohlenstoffdioxid und Methan freigesetzt und der Klimawandel dadurch weiterhin forciert werden (vgl. ebd., S. 35).

»Die Tatsache des langfristigen Klimawechsels ist nicht umstritten, wohl aber dessen Ursachen (...)« (WEISSER, 2012, S. 9). So ist die zuvor aufgeführte These, dass der Klimawandel ausschließlich anthropogen verursacht ist, in der Wissenschaft nicht gänzlich unwiderrprochen: »In der Fachwelt gibt es unter den Klimaforschern durchaus keine Einigkeit, sondern die Alarmisten streiten sich heftig mit den Skeptikern, und eine starke Mittelgruppe hält sich mit öffentlichen Äußerungen zurück, weil sie meint, beim jetzigen Forschungsstand lasse sich noch nichts Sicheres sagen« (ebd., S. 12). Renommiertere Klimaskeptiker – wie zum Beispiel der MIT-Klimatologe Prof. RICHARD S. LINDZEN, Mitautor des dritten Weltklimaberichts (IPCC 2001; vgl. ebd., S. 131) – weisen beispielsweise darauf hin, dass es bezüglich der langfristigen Klimatrends oder was diese verursacht, keinen Konsens gebe; die Unsicherheiten seien zu hoch, um einen direkten Zusammenhang zwischen der Erhöhung der Erdtemperatur und den anthropogenen Treibhausgasen definitiv zu belegen (vgl. BLÜCHEL, 2009). So könnten die »[r]hythmischen Schwankungen der Aktivität der Sonne«, »Änderung der Weltraumstrahlung«, oder »Schwankungen des irdischen Magnetfelds« (WEISSER, 2012, S. 9) als Ursachen für die derzeitige Erderwärmung in Frage kommen.

Eine ausführliche Diskussion dieser Diskrepanzen soll an dieser Stelle allerdings nicht vorgenommen werden. Fakt ist – das beweisen eindeutige Messergebnisse – dass sich das Weltklima verändert. Nach Meinung der Autoren kann es sich die Menschheit aufgrund der global wirkenden hochkomplexen Zusammenhänge kaum leisten, so lange untätig zu warten, bis letzte Zweifel an den Ursachen des Klimawandels ausgeräumt sind. Dann nämlich könnten bereits sich selbst verstärkende Prozesse in Gang gesetzt worden sein, die sich einer anthropogenen Regulierung vollständig entziehen. Vor diesem Hintergrund soll im Folgenden der Fokus auf die Auswirkungen des Klimawandels auf lebende Organismen gelegt werden, um damit eine Basis für nachhaltiges Handeln zu schaffen.

1.2 Folgen für die Tier- und Pflanzenwelt

Zukunftsprojektionen gehen davon aus, dass 20–30 % aller derzeit lebenden Arten aufgrund des Klimawandels aussterben könnten (vgl. SCHÜPPEL, 2007, S. 39). Denn obwohl die Veränderung, Zerstückelung oder die vollständige Zerstörung natürlicher Lebensräume im Zusammenhang mit der steigenden Weltbevölkerungszahl und dem damit verbundenen erhöhten Verbrauch natürlicher Ressourcen, der Ausdehnung von Siedlungs- und Industrieflächen und der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung, der Umweltverschmutzung, der Über-



Abb. 1. Aufgrund des Klimawandels gilt das Große Wiesenvögelchen als stark gefährdet (Foto: SEBASTIAN SZCZEPANSKI).

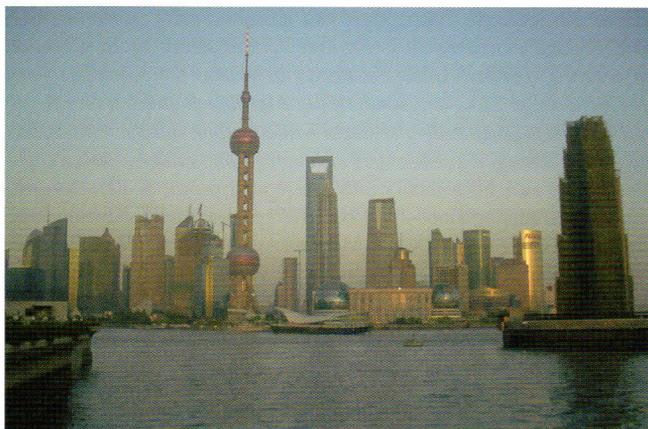


Abb. 2. Shanghai liegt nur 3–5 m über dem Meeresspiegel und ist damit eine der gefährdetsten Riesenmetropolen der Welt (Foto: CHRISTOFFER WILCZEK).

nutzung natürlicher Ressourcen (Überfischung, übermäßige Bejagung) und der Einführung gebietsfremder Arten – welche endemische Arten verdrängen – die Hauptgründe des aktuellen Artenverlusts sind (vgl. BAUR, 2010, S. 81 ff.), forciert der derzeitige globale Klimawandel das Artensterben zusätzlich, indem er die Verbreitungsgebiete vieler Pflanzen und Tiere verschiebt oder weiter einschränkt (vgl. ebd., S. 95). Insgesamt ist anzunehmen, dass sich die Klimazonen auf der Nordhalbkugel »um rund 600 km von Süden nach Norden und um rund 600 m in die Höhe verschieben [können]« (ebd., S. 93), wenn sich das Klima in den nächsten 100 Jahren um +3 °C (Mittelwert der oben erwähnten Zukunftsszenarien) erwärmt. Für viele Arten und Populationsbestände sind derartige Verschiebungen fatal, da die Geschwindigkeit der Verschiebungen deren natürliche Anpassungsfähigkeit bei weitem überschreitet (vgl. POBBREGAR et al., 2009, S. 45). So bewirkt eine Temperaturerhöhung von nur wenigen Grad Celsius beispielsweise Lebensraumverschiebungen bei einigen Schmetterlingsarten, denn sie reagieren teilweise hoch empfindlich auf klimatische Veränderungen ihrer Umwelt (vgl. HENKEL et al., 2008, S. 10).

Als Beispiel für einen sogenannten »Verlierer« des Klimawandels ist in diesem Zusammenhang das Große Wiesenvögelchen (*Coenonympha tullia*) zu nennen, da es in immer höhere Gebirgslagen ausweichen muss und dort bereits nur noch lokale Restvorkommen bildet (vgl. ebd., S. 12).

Der Klimawandel – das heißt, besonders die dadurch häufiger auftretenden Wetterextreme, der kontinuierliche Temperaturanstieg und die damit verbundene Verschiebung der Klimazonen – bedeutet besonders für langlebige Ökosysteme wie Wälder eine große Gefahr (vgl. Stiftung Wald in Not, 2008, S. 27). Dabei sind die Wälder dieser Erde von unschätzbarem Wert, denn sie speichern Wasser, liefern in großen Mengen den für uns lebensnotwendigen Sauerstoff und den nachwachsenden Rohstoff Holz, bieten zahlreichen Pflanzen und Tieren einen Lebensraum, entziehen der Atmosphäre riesige Mengen an Kohlenstoffdioxid, speichern es in Form von Kohlenstoff in ihrem Holz und verbessern damit das Klima. Extreme Wetterereignisse führen nun immer öfter »zu Waldzusammenbrüchen, zum Absterben von Jungpflanzen und anderen plötzlichen Veränderungen« (ebd., S. 14). Höhere Temperaturen lassen den Wasserverbrauch der Bäume insgesamt steigen, langfristige Trockenperioden führen zu Einbußen beim Holz- und Höhenwachstum und zu Vitalitätsverlusten; die von wärmeren Temperaturen profitierenden Schadinsekten (wie z. B. der Borkenkäfer oder wärmeliebende Prachtkäferarten) gefährden zudem ganze Baumbestände (vgl. ebd., S. 13).

1.3 Folgen für die Menschen

Aber nicht nur auf die Tier- und Pflanzenwelt hat der derzeitige Klimawandel signifikante Auswirkungen. So haben beispielsweise die durch den Klimawandel bedingten (oder zumindest durch ihn begünstigten) extremen Wetterereignisse wie häufigere Starkregenfälle, Sturmfluten, Hurrikans oder Hitzewellen unterschiedliche Auswirkungen auf die verschiedenen Regionen der Erde und damit auf die dort lebenden Menschen. Das in der tropischen und subtropischen Klimazone gelegene Afrika gilt dabei als der Kontinent, der bereits heutzutage vom Klimawandel am stärksten betroffen ist: Durch heißeres und trockeneres Wetter treten dort regional vermehrt Dürreperioden auf, die zu Trinkwasserknappheit führen, Ernten und Vieh vernichten und fruchtbares Land in Wüsten oder Steppen verwandeln (vgl. WOODWARD, 2008, S. 26).

Auch die Dürre- und Trockenperioden in Australien sind durch den weltweiten Temperaturanstieg noch drastischer geworden, sodass das Trinkwasser ständig rationiert werden muss und australische Farmer enorme Ernteverluste erleben (vgl. OMPHALIUS

et al., 2008, S. 95). Bedingt durch den Klimawandel steigt zudem die Zahl der Wirbelstürme, die die dort alljährlich auftretenden Buschfeuer zusätzlich anfachen und so ganze Landstriche zu zerstören drohen (vgl. ebd.). Gleichzeitig häufen sich die Starkregenfälle in den nördlichen Regionen Australiens (vgl. ebd.). Südasiens erlebt einerseits dauerhafte Trockenperioden, andererseits treten vermehrt monsunartige Starkregenfälle auf, die die Gefahr von Erdbeben und Überschwemmungen mit sich bringen. Zudem droht der stetig ansteigende Meeresspiegel viele Küstenregionen Asiens auf Dauer zu überfluten. Aber auch in den nördlicheren Regionen Asiens zeigt der Klimawandel bereits seine Auswirkungen: In Sibirien beispielsweise ist die durchschnittliche Temperatur in den letzten 30 Jahren um circa +3 °C angestiegen, sodass die Permafrostböden der Tundra- und Taigagebiete langsam auftauen, wodurch Gebäude, Straßen und Mauern beschädigt beziehungsweise zum Einsturz gebracht werden. Auch werden große Mengen an Methan (CH₄) freigesetzt, die den Treibhauseffekt zusätzlich verstärken (vgl. ebd., S. 93 f.).

Durch den Anstieg des Meeresspiegels sind ferner besonders zahlreiche Inselstaaten Ozeaniens, die teilweise nur einige Meter über dem Meeresspiegel liegen, bedroht.

Dass der Meeresspiegel ansteigt, ist zum einen damit zu erklären, dass die Dichte von Wasser sinkt, wenn es wärmer wird und sich dadurch ausdehnt. Zum anderen steht insgesamt mehr Wasser zur Verfügung, da das Schmelzwasser auftauender Gletscher und kontinentaler Eisberge zusätzlich ins Meer fließt (vgl. WOODWARD, 2008, S. 30).

Bereits jetzt dringt Salzwasser in die Süßwasservorräte zahlreicher Inseln ein und zerstört landwirtschaftliche Flächen; einige Inseln drohen gänzlich von der Landkarte zu verschwinden (vgl. SCHÜPPEL, 2007, S. 52). Die Inselbewohner verlieren damit ihr Zuhause und müssen auf höher gelegene Inseln oder in andere Gebiete umgesiedelt werden (vgl. ebd.).

Nord- und Mittelamerika haben in den letzten Jahren einen deutlichen Anstieg an Wirbelstürmen, deren Entstehung durch die Erwärmung der Ozeane begünstigt wird, zu verzeichnen: »Ende der neunziger Jahre waren es doppelt so viele wie im Jahresdurchschnitt des 20. Jahrhunderts« (OMPHALIUS et al., 2008, S. 86). Die Wirbelstürme treten nicht nur häufiger auf, sondern werden auch immer intensiver (vgl. ebd.).

Auch in Europa sind erste Anzeichen des Klimawandels ersichtlich: Heftigere Stürme (zum Beispiel der Orkan Kyrill, der im Januar 2007 in Deutschland wütete), die zu Sturmfluten und Überschwemmungen führen, starke Regenfälle in den Wintermonaten und Hitzerekorde in den Sommermonaten, die auf Dauer das Austrocknen landwirtschaftlicher Nutzflächen und Missernten zur Folge haben könnten (vgl. ebd., S. 89 f.), treten häufiger und in kürzeren Abständen auf.

Der Klimawandel könnte ferner für die Gesundheit der Menschen weitreichende Folgen haben: So treten bereits heutzutage vermehrt Todesfälle, Verletzungen und Krankheiten durch Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, Überschwemmungen, Brände und Dürren auf. In ärmeren Regionen der Welt werden darüber hinaus Hunger und Unterernährung aufgrund von Dürreperioden, Durchfallerkrankungen und Wassermangel zweifellos noch zunehmen; Herz- und Kreislauferkrankungen werden durch Hitzewellen vermutlich häufiger auftreten; Allergiker werden verstärkt Probleme haben, da Pflanzen aufgrund milderer Temperaturen früher und länger blühen können. Auch die Vermehrung und Verbreitung von Krankheitserregern und -überträgern – wie zum Beispiel der Anopheles-Mücke als Überträgerin von Malaria – wird durch wärmere Temperaturen begünstigt (vgl. SCHÜPPEL, 2007, S. 56 f.).

Die Verdünnung der natürlichen Ozonschicht führt zu einer Erhöhung der UV-B-Strahlung und steigert damit auch das Risiko an Hautkrebs zu erkranken (vgl. ebd.).

2 Bemerkungen zum Unterricht

2.1 Lehrplanbezug zum Fach Biologie

Gemäß den Nationalen Bildungsstandards sollen Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht wichtige Phänomene der Natur kennen und verstehen lernen sowie natürliche Prozesse und Zusammenhänge nachvollziehen können; Schüler sollen eine naturwissenschaftliche Grundbildung (auch *Scientific Literacy* genannt) erlangen (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW, 2008, S. 8 f.). Im Kernlehrplan des Faches Biologie für NRW werden unter anderem die Veränderung von Ökosystemen durch Eingriffe des Menschen, Biotop- und Artenschutz sowie der Treibhauseffekt und Nachhaltigkeit benannt; sie sollten innerhalb der Jahrgangsstufe sieben bis neun behandelt werden (vgl. ebd., S. 31 ff.). Eine für den Biologieunterricht konzipierte Projekteinheit zum Thema Klimawandel soll es den Schülern nicht nur ermöglichen, konkrete Einblicke in die soeben aufgeführten Themengebiete zu erlangen, sondern zudem auch Bezüge zu anderen Fächern (z. B. Chemie, Physik, Erdkunde und Politik) herzustellen. Der Themenkomplex Klimawandel eignet sich insbesondere deshalb für ein fächerübergreifendes Projekt, da chemische und physikalische Ursachen des Klimawandels zahlreichen ökologischen, ökonomischen sowie sozialen und politischen Auswirkungen gegenüberstehen (vgl. EILKS, 2011a, S. 7) und »[d]ieser Zusammenhang (...) aus Sicht eines Schulfaches allein nicht vollständig erfassbar [ist]« (ebd.).

Ein derartig fächerübergreifender Unterricht wird – laut Kernlehrplan des Faches Biologie für NRW – ebenfalls als wünschenswert erachtet (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW, 2008, S. 35). Das Arbeiten mit und an Projekten hat sich daher bereits an zahlreichen deutschen Schulen etabliert und ist dort zum festen Bestandteil des Schulalltags geworden. Besonders nach den für Deutschland enttäuschenden Ergebnissen der internationalen Vergleichsstudien (zum Beispiel PISA 2000) gilt Projektunterricht als »notwendige Ergänzung des Klassenunterrichts« (APEL et al., 2001, S. 10). Die PISA-Folgestudie von 2009 zeigt für deutsche Schüler im internationalen Vergleich eine im Durchschnitt verbesserte Position (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2011). Daher kann ein Zusammenhang – der allerdings empirisch noch nicht evaluiert ist – vermutet werden zwischen den in neuen Schulbüchern enthaltenen schüler- und handlungsorientierten Methoden und den gerade genannten positiven Effekten.

2.2 Ziele der Projekteinheit Klimawandel

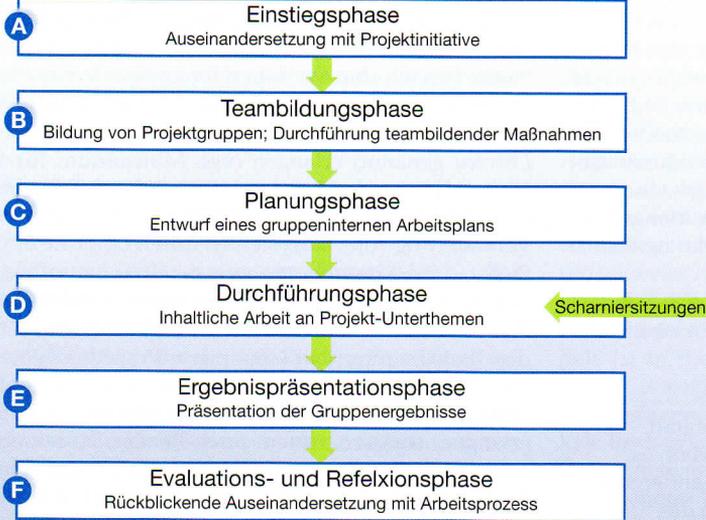
Zentrales Ziel einer intensiven und selbstständigen Auseinandersetzung mit der Projektthematik Klimawandel ist es, zunächst die fachlichen Kompetenzen der Schüler zu fördern und sie für das Thema zu sensibilisieren. An den Interessen und Bedürfnissen der Schüler anzuknüpfen, sie an der Projektplanung zu beteiligen und sie weitgehend selbstständig, selbstorganisiert und handlungsorientiert arbeiten zu lassen, ist – nach Meinung der Autoren – die dafür notwendige Voraussetzung und fordert sie damit zu einer kognitiven Auseinandersetzung mit der Projektthematik heraus. Durch die vielfältigen Prozesse, die im Projektunterricht ablaufen, sehen die Autoren die besondere Stärke des Projektvorhabens aber auch darin, dass er den Schüler die Erlangung von Schlüsselkompetenzen ermöglicht: So fördert er verstärkt die Entwicklung zu einem

I. Projektvorbereitungsphase

Klärung institutioneller Voraussetzungen/
Herstellung von Projektbedingungen
z.B. Berücksichtigung der Stundenplanung,
Aufnahme von Gesprächen mit Schulleitung und Kollegen

Reflexion eigener
Voraussetzungen und
Vorstellungen in Bezug auf
Projektunterricht

II. Projektdurchführungsphase



III. Projektnachbereitungsphase

Reflexion der Projektdurchführung durch die Lehrkraft

Abb. 3. Vereinfachter Aufbau des Projektmodells, das der Projekteinheit Klimawandel zugrunde liegt. Konzipiert auf Grundlage der Projektmodelle HÄNSEL (1999) und FREY (2010).

sozialen, kooperativen, eigenverantwortlichen und reflektierenden Handeln. Als übergeordnetes Ziel kann zudem auch die Veränderung des traditionellen Fachunterrichts zugunsten schüler- und handlungsorientierter Unterrichtsmethoden gelten: So sollten Lehrpersonen Projektunterricht zum Anlass nehmen, persönliche Einstellungen und berufliche Verhaltensweisen zu reflektieren und gegebenenfalls zu verändern und sowohl ihre fachlichen als auch professionellen Kompetenzen zu erweitern (vgl. APEL et al., 2001, S. 60).

2.3 Projektkonzept: Klimawandel

Das eigens für die Einheit Klimawandel entwickelte Projektmodell (s. Abb. 3) kann als Synthese zweier Ansätze themenkundiger Projektautoren – konkret DAGMAR HÄNSEL (1999) und KARL FREY (2010) – aufgefasst werden, da es grundlegende Gedanken beider Ansätze beinhaltet und miteinander verbindet. Von einer detaillierten Darstellung der im Modell aufgeführten Projektphasen (I–III) wird an dieser Stelle abgesehen; vielmehr soll im Folgenden auf die im Modell identifizierte Projektphase II (A–F), welche die Schüler innerhalb der Projekteinheit durchlaufen, fokussiert und anschließend auf die konkreten Ziele eines derartig intensiven Projektvorhabens eingegangen werden.

2.3.1 Verlaufsschema

In der Einstiegsphase (Phase A) setzen sich die Schüler zunächst mit einer von der Lehrkraft ausgehenden Projektinitiative zum Thema Klimawandel auseinander. Diese Auseinander-

setzung kann beispielsweise in Form eines Brainstormings geschehen, sodass es den Schülern zunächst möglich ist, sich »frei [zum] Thema zu äußern, Vorwissen zu artikulieren und ihre eigenen Fragen an den Unterrichtsgegenstand zu stellen« (MATTES, 2002, S. 18). Den Schülern soll in dieser Phase weiterhin die Möglichkeit eröffnet werden, am Planungsprozess der Projekteinheit beteiligt zu sein, sodass das Projekt zu einem gemeinsam geplanten Unternehmen wird und sich die Schüler damit identifizieren können. Die Projekteinheit soll prinzipiell als »arbeitsteilige« Gruppenarbeit mit heterogener Aufgabenstellung« (ESCHENHAGEN et al., 1998, S. 191) stattfinden. Dies bedeutet, dass der Klassenverband für die Projekteinheit aufgebrochen wird, indem sich die Schüler einzelnen Projektunterthemen zuordnen und als Team ein Unterthema über einen längeren Zeitraum gemeinsam bearbeiten (vgl. ebd.). Als Arbeitsgrundlage dienen den Schülern dabei themenzentrierte Projektmappen, die von der Lehrkraft auf der Grundlage der Schülerinteressen und -wünsche aus der Projektinitiative konzipiert werden. Als Basis dieser Projektmappen können Bilder, Abbildungen sowie Textauszüge aus fachwissenschaftlichen Zeitschriften, Biologiebüchern, Zeitungen, themenbezogenen Broschüren oder anderen Bildungsmaterialien dienen.

Die verwendeten Texte sollten dabei stets adressatengerecht gekürzt, vereinfacht oder ergänzt, Kapiteln untergeordnet und gegebenenfalls durch persönliche Anmerkungen der Lehrkraft ergänzt werden (s. Abb. 4).

In Bezug auf einzelne Textauschnitte oder ganze Kapitel sollten zudem Fragen und/oder Arbeitsaufträge aufgeführt werden, die die Schüler bei der Bearbeitung des Materials unterstützen und anleiten können (s. Abb. 5). Insgesamt sollte die Lehrperson bestrebt sein, die Projektmappen als »selbstunterrichtende Medien« (SCHRÖDER, 2000, S. 254) zu gestalten, die »über einen längeren Zeitabschnitt wesentliche Lehrfunktionen übernehmen« (ebd.).

In der erprobten Projekteinheit wurde insgesamt auf fünf Themengebiete fokussiert, das heißt, es wurden fünf themenzentrierte Projektmappen von der Lehrkraft erstellt. Eine Liste der dafür verwendeten Literatur kann auf der Internetseite www.kolumbus-kids.de unter dem Menüpunkt <<Materialien>> eingesehen werden. Die Veröffentlichung der für den erprobten Projektunterricht erstellten Projektmappen ist aus Datenschutzgründen allerdings nicht möglich.

Die Gruppeneinteilung soll in der Projekteinheit hauptsächlich auf der Grundlage der Schülerwünsche erfolgen, sodass Interessengruppen gebildet werden (vgl. BRÜNING et al., 2006, S. 124). Die gebildeten Gruppen sollen sich in der Teambildungsphase (Phase B) zu einem »echten« Team« (WEIDNER, 2003, S. 29) entwickeln, indem sie einige teambildende Maßnahmen mithilfe ausgewählter Arbeitsmaterialien durchführen, die den

Teamprozess anregen und unterstützen sollen (vgl. BRÜNING et al., 2006, S. 121). Hierbei können sich die Gruppen beispielsweise auf Arbeits- und Verhaltensregeln für die bevorstehende Zusammenarbeit in der Gruppe einigen und diese in einem Gruppenvertrag verbindlich festhalten, sich einen Gruppennamen, ein Gruppenmotto oder -logo überlegen und Rollen (z. B. Gruppenführer, Zeitwächter, Materialienwart, Motivator, Regelbeobachter, Protokollant) im Team verteilen.

In der darauf folgenden Planungsphase (Phase C) erstellen die Projektgruppen anhand ihrer Projektmappen eigenständig einen Arbeitsplan mit dem Ziel, ihre Arbeitsergebnisse in einer Präsentation vor den anderen Gruppen vortragen zu können. Den zeitlichen Rahmen gibt dabei die Lehrkraft vor. In dieser Phase wäre zudem eine Diskussion um die Möglichkeit der Ergebniszusammenführung der Unterthemen wünschenswert. Eine derartige Zusammenführung aller Projektunterthemen kann beispielsweise in Form einer (Wand-)Zeitung oder einer Website geschehen. In der nächsten Phase, der Durchführungsphase (Phase D), beginnt die inhaltliche Arbeit an den Projektunterthemen auf Grundlage der gruppenintern erstellten Arbeitspläne und der themenbezogenen Projektmappen. Während des Arbeitsprozesses sammeln die Gruppenmit-

glieder sämtliche Arbeitsergebnisse in einem Hefter, um den Arbeitsprozess fortlaufend zu dokumentieren, und wählen gemeinsam die Themenaspekte aus, die sie in ihrer Ergebnispräsentation nennen möchten.

Gängige Materialien für die Präsentationsvorbereitung (z. B. Poster, Karteikarten, Permanentmarker, Scheren, Klebstifte, Folien und Folienstifte) sollten den Schüler stets an einem »Materialienbuffet« (s. Abb. 6) zur Verfügung stehen und von ihnen frei genutzt werden können. Projektbegleitende Arbeitsmaterialien können zudem Tagesprotokollbögen, Checklisten (z. B. für Regel- und Zeitbeobachter), Bilanz-, Bewertungs- und Feedbackbögen sein, die nach Anregungen aus verschiedenen Methodenbüchern von der Lehrkraft zusammengestellt und an den Projektbedarf angepasst werden. Einige Materialbeispiele sowie nützliche Literaturangaben sind auf der Internetseite www.kolumbus-kids.de unter dem Menüpunkt <<Materialien>> aufgeführt.

Während der Durchführungsphase hat die Lehrkraft die Aufgabe, den Team- und Arbeitsprozess zu überprüfen, Beobachtungen anzustellen, eine kooperative Arbeitshaltung innerhalb der Gruppen aufrechtzuerhalten und zu fördern, den Schülern beratend zur Seite zu stehen sowie Fragen zu beantworten.

Vorwort

»Klimakatastrophe – was soll das denn sein? Ist doch schön, wenn es hier in Deutschland wärmer wird. Da kann man das ganze Jahr über am Baggersee bräunen und, wenn man will, im eigenen Garten leckere Feigen und Orangen anbauen. Immer diese ganzen Horrormeldungen über Tornados in Amerika und Flutkatastrophen in Asien. Die [gab es] doch bestimmt schon immer. Wie soll sich denn bitte auf der anderen Seite der Erde das Wetter ändern, wenn ich hier mal vergesse, das Licht auszumachen? Wieso soll ich mich überhaupt mit dem Kram beschäftigen?«

(OMPHALIUS et al., 2008, S. 5 f.)

Liebe Schülerinnen und Schüler,

nachdem ihr das obige Zitat gelesen habt, fragt ihr euch womöglich tatsächlich, warum ihr euch überhaupt mit diesem »Kram« beschäftigen sollt. Immerhin scheint alles nur »halb so schlimm« – gerade für uns hier in den sprichwörtlich »gemäßigten Zonen«. Aber man irrt: Der Klimawandel geht uns alle an und das Thema ist auch bei uns allgegenwärtig! In den Medien fällt der Begriff in unglaublich vielen Zusammenhängen; in der Politik und der Industrie wird das Thema heiß diskutiert und so werden nach und nach Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels eingeleitet. Schließlich gehören die Ursachen und Folgen des Klimawandels, der Klimaschutz und der bewusste Umgang mit Energie mittlerweile zum »Pflichtprogramm« in der Schule, wie ihr sicherlich bereits aus Fächern wie Erdkunde oder Politik erfahren habt.

Dieses Projekt soll euch die Möglichkeit geben, weitere Einblicke in das Thema »Klimawandel« und insbesondere dessen Ursachen und Folgen zu gewinnen. Es ist in verschiedene Themengebiete gegliedert und so gestaltet, dass jedes Gruppenmitglied am Ende der Projektphase ein Experte bzw. eine Expertin des jeweiligen Gruppenthemas wird und die Mitglieder der anderen Gruppen über die Inhalte informieren kann.

Zentrales Thema der vorliegenden Projektmappe ist der Klimawandel und dessen Folgen für die Tierwelt. Ihr werdet euch daher im ersten Kapitel mit dem Begriff »Biodiversität« auseinandersetzen und herausstellen, was ein Verlust der biologischen Vielfalt bedeuten kann. In diesem Zusammenhang wird im nachfolgenden Kapitel auch ein Blick auf die »Schatzkammern« unserer Erde geworfen, d. h. auf die Gebiete unserer Erde, die eine unermessliche Vielfalt an Arten aufzuweisen haben. Im dritten Kapitel sollen euch ausgewählte Fallbeispiele einen Überblick über die heute bereits nachweisbaren Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Tierwelt geben. Im Fokus der Analyse stehen hierbei die Eisbären, die Zugvögel, verschiedene Schmetterlingsarten, sowie Amphibien und Korallen. Abschließend werden im vierten Kapitel Gründe für den Erhalt der Artenvielfalt diskutiert und Möglichkeiten des Artenschutzes aufgezeigt. In Bezug auf einzelne Textausschnitte sind stets Fragen und Arbeitsaufträge aufgeführt, die euch bei der Bearbeitung des Materials unterstützen und anleiten sollen! Das fünfte Kapitel beinhaltet schließlich einen ausführlichen Projektablaufplan, der die einzelnen Projektphasen beschreibt und euch als roter Faden bei der Projektdurchführung dienen soll.

(a) allgemeine Einführung

(b) individueller Aufbau der Projektmappen

Abb. 4. Exemplarisches Vorwort der Projektmappen, um die Schüler (a) für die Projektthematik Klimawandel zu sensibilisieren und (b) ihnen den groben Aufbau ihrer Projektmappe (hier: Auswirkungen des Klimawandels auf tierische Organismen) zu erläutern.



1. Lies dir den Text aufmerksam durch und kläre unbekannte Begriffe mithilfe des Glossars oder eines Lexikons.



2. Definiere anschließend den Begriff »Biodiversität« in 1–2 Sätzen.



3. Beschreibe stichwortartig, warum es von so großer Bedeutung ist, die Biodiversität zu erhalten.



4. Vergleiche deine Ergebnisse mit einem Partner.



5. Diskutiere abschließend folgende Aussage mit der gesamten Gruppe: »Wichtigste Ursachen für die bedrohte Biodiversität sind der Raubbau des Menschen [und] seine Eingriffe in die Lebensräume von Tieren und Pflanzen. (...) Jetzt verstärkt der Klimawandel zusätzlich die Krise der biologischen Vielfalt« (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007, S. 13).

Abb. 5. Beispielhafte Arbeitsaufträge mit Symbolen, welche die Sozialform bei der Bearbeitung der Aufgaben vorgeben. Die Arbeitsaufträge beziehen sich hierbei auf den Text »Das große Netz des Lebens«, veröffentlicht im Magazin zum Klimaschutz und zur Biologischen Vielfalt (S. 12–14, herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007)). (Symbole: LISA BOGNER)

Den Abschluss der Projektstunden dieser Phase bilden kurze »Scharniersitzungen«, in der der jeweilige Arbeitsstand mit Hilfe einer »Scharniersitzungsampel« (s. Abb. 7) präsentiert wird. Der Begriff »Scharniersitzung« stammt ursprünglich von BERNHARD SUIN DE BOUTEMARD (vgl. APEL et al., 2001, S. 49). Auch NOHL (2009) greift die Idee in seinem Arbeitsbuch »Der Projektunterricht« auf. Derartige Gespräche bieten zum einen eine Entscheidungsgrundlage für die Lehrkraft, ob methodischer oder inhaltlicher Input notwendig ist, ob eine Arbeitsplanüberarbeitung erforderlich oder eine Konfliktsituation zu schlichten ist (vgl. NOHL, 2009, S. 14). Zum anderen sollen die Sitzungen den Teams Vergleichsmöglichkeiten untereinander bieten.

Die Durchführungsphase kann – bei Möglichkeit und Bedarf – um eine außerschulische Exkursion ergänzt werden. Die Klasse, mit welcher die Projekteinheit Klimawandel erprobt wurde, entschied sich beispielsweise gemeinsam mit der Lehrkraft für eine halbtägige Exkursion in die Wanderausstellung »Klimawerkstatt« der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und in den Botanischen Garten der Universität Osnabrück. Im Botanischen Garten nahmen die Schüler an einer Führung durch das Regenwaldhaus sowie einige Gewächshäuser teil und erhielten dabei vertiefende Informationen, beispielsweise über die besondere Bedeutung des Regenwaldes und die dortigen Folgen des Klimawandels. In der »Klimawerkstatt« hatten die Schüler die Möglichkeit selbst aktiv zu werden und konnten in Bezug auf ihr jeweiliges Projektthema Experimente durchführen.

In der Präsentationsphase (Phase E) stellen die einzelnen Gruppen nun ihre Arbeitsergebnisse vor. Auch in dieser Phase sollte die Lehrkraft so viel Verantwortung wie möglich an die Schüler delegieren: So sollten die Gruppen beispielsweise die Ergebnissicherung selbstständig übernehmen (z. B. durch vorbereitete Ergebnishandouts) und die Zuhörer nach dem Vortrag um ein Feedback bitten. Im Anschluss an die Präsentationen werden wesentliche Aspekte der einzelnen Vorträge noch einmal in einem Lehrer-Schüler-Gespräch zusammengefasst und miteinander vernetzt. Bei der Gesprächsführung kommt der Lehrperson nochmals eine besondere Rolle zu, da sie die

Zusammenhänge zwischen den einzelnen Themengebieten verdeutlicht (vgl. BRÜNING et al., 2006, S. 164).

Die letzte Phase des Projektverlaufs – die Evaluations- und Reflexionsphase (Phase F) – gilt für »den Aufbau individueller Lernkompetenz« (NOHL, 2009, S. 19) als unverzichtbar. Die Schüler sollen hier zum einen ihren Gruppen- und Arbeitsprozess rückblickend reflektieren und zum anderen ihre Ergebnispräsentationen selbstkritisch beleuchten. In diesem Sinne sollen sie »sich Rechenschaft ablegen, um ihr weiteres Lernen und Verhalten gezielter steuern zu können. Diese Rechenschaft ist die Grundlage der weiteren Entwicklung« (BRÜNING et al., 2006, S. 165). Auch für Lehrkräfte ist die Evaluation von Unterricht durch Schüler essentiell. Rückmeldende Informationen zu sammeln, diese auszuwerten und »Handlungskonsequenzen aus den Ergebnissen zu ziehen« (ALTRICHTER, 1998, S. 268), sind wichtige Schritte in der Unterrichtsnach- beziehungsweise -vorbereitung und tragen maßgeblich zur Unterrichtsentwicklung bei.



Abb. 6. Das »Materialienbuffet« kann einen Methodenkoffer mit gängigen Arbeitsmaterialien (wie Stiften, Scheren, Karteikarten und Magneten), buntes Papier, Poster sowie projektbegleitende Arbeitsmaterialien enthalten (Foto: KATHARINA GROHOTZKI).

Während des erprobten Projektunterrichts wurden Fotos gemacht sowie Sequenzen auf Video aufgezeichnet, um den Projektverlauf zu dokumentieren. Zudem entstand eine Homepage (www.klimawandel-projekt.de), auf welcher interessierte Leser anhand des Bild- und Videomaterials sowie kurzer Berichte Einblicke in den Projektunterricht zum Thema Klimawandel gewinnen können.

dem erprobten Projektvorhaben durchgeführt wurden, ein überaus positives Bild bezüglich eines nachweisbaren Lernzuwachses im Fachwissen zum Thema Klimawandel.

Weitere Informationen, Materialbeispiele sowie nützliche Literaturangaben zu diesem Projekt sind auf der Internetseite www.kolumbus-kids.de zu finden.

Soll der Förderung der überfachlichen Urteilskompetenz ein noch größerer Raum gewährt werden, so könnte das Projekt um eine vertiefende kritische Auseinandersetzung ergänzt werden. An dieser Stelle sei beispielsweise auf EILKS et al. (2011a/b) verwiesen, die in einem zweiteiligen Beitrag das Projekt »Der Klimawandel vor Gericht« vorstellen und insbesondere das Rollenspiel in Form eines Gerichtsprozesses oder Fachausschusses nutzen (vgl. EILKS, 2011a/b). Derartige Diskussionen auf der Grundlage eines zuvor erworbenen fundierten Fachwissens tragen maßgeblich zur Ausbildung von Methoden- und Urteilskompetenz bei.

3 Schlussbemerkung

Obgleich die Erstellung der themenzentrierten Projektmappen und die grundsätzliche Vorbereitung eines derart umfangreichen Projektvorhabens eine intensive und aufwändige Vorbereitung seitens der Lehrkraft erfordert, zeigen die positiven Eindrücke, welche die Autoren im erprobten Projektprozess gewonnen haben und welche sich durch die Rückmeldungen der Schüler bestätigten, dass sich der Arbeitsaufwand durchaus lohnt. Die Projektmappen erwiesen sich bei der Themenbearbeitung als geeignete Arbeitsgrundlage und wurden insbesondere von Schülerseite begrüßt. Zudem zeichnen die Ergebnisse der Wissenstests, welche zwecks einer empirischen Studie zum Thema »Lernwirksamkeit von Projektunterricht« vor und nach

Literatur

Allianz Umweltstiftung (2007). *Informationen zum Thema »Klima«. Grundlagen, Geschichte und Projektionen*. 1. Auflage. München.

ALTRICHTER, H. (1998). Reflexion und Evaluation in Schulentwicklungsprozessen. In: H. ALTRICHTER, W. SCHLEY & M. SCHRATZ (Hg.): *Handbuch zur Schulentwicklung*. Innsbruck: Studien Verlag.

APEL, H. J. & M. KNOLL (2001). *Aus Projekten lernen. Grundlagen und Anregungen*. 1. Auflage. Oldenbourg: Oldenbourg.

BAUR, B. (2010). *Biodiversität*. UTP Profile. Bern: Haupt.

BLÜCHEL, K. G. (2007). *Der Klimaschwindel. Erderwärmung, Treibhauseffekt, Klimawandel – Die Fakten*. 1. Auflage. München: Bertelsmann.

BRÜNING, L. & SAUM, T. (2006). *Erfolgreich Unterrichten durch Kooperatives Lernen. Strategien zur Schüleraktivierung*. 2. Auflage. Essen: Neue Deutsche Schule.

BUCHAL, C. & SCHÖNEWIESE, C.-D. (2010). *Klima. Die Erde und ihre Atmosphäre im Wandel der Zeiten*. 1. Auflage. Köln: Helmholtz Gemeinschaft.

Scharniersitzungsampel

Gruppe: _____ Datum: _____



Verseht die Spalten bitte mit jeweils einem Ampelpunkt in rot, gelb oder grün*!

Inhaltliche Arbeit	
Zusammenarbeit in der Gruppe/Gruppenklima	
Zeitmanagement	
Bedarf (Materialien, Medien)	

* **rot** = Wir brauchen Hilfe/haben ein Problem, das wir nicht selbstständig lösen können.
gelb = Wir haben Probleme, können sie aber selbstständig lösen.
grün = Wir haben keine nennenswerten Probleme.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2011). *Pisa 2009: Deutschland holt auf*. <<http://www.bmbf.de/de/899.php>> (02.06.2012).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (2007). *Magazin zum Klimaschutz und zur biologischen Vielfalt – Ohne Eis kein Eisbär*. (Broschüre) Berlin.

EILKS, I., FEIERABEND, T., HÖSSLE, C., HÖTTECKE, C., D., MENTHE, J., MROCHEN, M. & OELGEKLAUS, H. (2011a): Bewerten lernen und Klimawandel in vier Fächern. Einblicke in das Projekt »Der Klimawandel vor Gericht« (Teil 1). *MNU*, 64, S. 7–10.

EILKS, I., FEIERABEND, T., HÖSSLE, C., HÖTTECKE, C., D., MENTHE, J., MROCHEN, M. & OELGEKLAUS, H. (2011b). Bewerten lernen und Klimawandel in vier Fächern. Einblicke in das Projekt »Der Klimawandel vor Gericht« (Teil 2). *MNU*, 64, S. 72–77.

ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U. & RODI, D. (1998). *Fachdidaktik Biologie*. 4. Auflage. Köln: Aulis.

Abb. 7. »Scharniersitzungsampel«, mit der die Gruppen am Ende einer Gruppenarbeitsphase ihren Arbeitsstand präsentieren (verändert nach NOHL, 2009, S. 54).

FREY, K. (2010). *Die Projektmethode. Der Weg zum bildenden Tun*. 11. Auflage. Weinheim und Basel: Beltz.

GUDERIAN, R. (Hg.) (2000). *Atmosphäre. Handbuch der Umweltveränderungen und Ökotoxikologie*. Band 1B. Berlin: Springer.

HÄNSEL, D. (1999). *Handbuch Projektunterricht*. 2. Auflage. Weinheim und Basel: Beltz.

HENKEL, C. & KREFT, M. S. (2008). *Ab in den Norden! Schmetterlinge als Indikatoren des Klimawandels*. In: *Unterricht Biologie*. 335, S. 10–14.

IPCC (2001). *Climate Change 2001: The Scientific basis*. Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: University Press.

MATTES, W. (2002). *Methoden für den Unterricht. 75 kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende*. Paderborn: Schöningh.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2008). *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Biologie*. 1. Auflage. Frechen: Ritterbach.

NOHL, F. (2009). *Der Projektunterricht. Grundlagen, Materialien, Bewertung*. 3. Auflage. Buxtehude: AOL – Verlag.

OBERTHÜR, S. & OTT, E. H. (2000). *Das Kyoto-Protokoll. Internationale Klimapolitik für das 21. Jahrhundert*. Opladen: Leske und Budrich.

OMPHALIUS, R. & AZAKLI, M. (2008). *Klimawandel*. o. O.: Arena.

PODBREGAR, N., SCHWANKE, K. & FRATER, H. (2009). *Wetter Klima Klimawandel. Wissen für eine Welt im Umbruch*. Berlin: Springer.

SCHRÖDER, H. (2000). *Lernen – Lehren – Unterricht. Lernpsychologische und didaktische Grundlagen*. München: Oldenbourg.

SCHÜPPEL, K. (2007). *Klimawandel und Klimaschutz. Informationen, Hintergründe, Diskussionsanregungen*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.

Stiftung Wald in Not (2008). *Wald im Klimastress. Fakten – Folgen – Strategien*. (Broschüre) Köln.

WEIDNER, M. (2003). *Kooperatives Lernen im Unterricht. Das Arbeitsbuch*. 1. Auflage. Seelze-Velber: Kallmeyer.

WEISSER, U. (2012). *Die Klimakatastrophe – ein Fehlalarm? Die kritischen Stimmen mehrten sich*. Hamburg: Diplomica Verlag.

WOODWARD, J. (2008). *Klimawandel. Ursachen, Auswirkungen, Perspektiven*. Hildesheim: Gerstenberg.

Dr. phil. nat. CLAAS WEGNER ist als Oberstudienrat i. H. an der Universität Bielefeld in der Biologiedidaktik (Botanik/Zellbiologie) in der Lehramtsausbildung tätig und ist Leiter der Projekte »Kolumbus-Kids« und »Biologie-hautnah«. Von April 2011 bis Oktober 2011 vertrat er die Professur für Biologie und ihre Didaktik (Humanbiologie) an der Universität Siegen. Außerdem unterrichtet er mit wenigen Stunden am Ratsgymnasium in Bielefeld.

KATHARINA GROHOTZKI, Master of Education (Englisch und Biologie) für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen. Während des Studiums Lehrtätigkeit am Widukind-Gymnasium Enger und aktuell Studienreferendarin am Steinhagener Gymnasium.

