PRONAS

Lebensräume von Tieren und Pflanzen simulieren – Zukunftsszenarien zum Einfluss des Klimawandels

Handreichungen zur Lernsoftware PRONAS für Schule und Umweltbildung

Herausgegeben von
Karin Ulbrich,
Anne-Kathrin Lindau,
Christina Hörning,
Josef Settele

DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

Sidemap
www.pronas.ufz.de

- Handreichung für Lehrer
- **Rahmenhandlung**
  - Auf dem Schulhof
  - Lange Nacht der Wissenschaften
  - Auf dem Schulweg
  - Im Büro
  - Zu Hause im Garten
- **Wissenschaft**
  - Szenarien
  - Klimawandel
  - Landnutzungswandel
  - Bestäubung
  - Klima-Nischen-Modelle
  - Projektionen
- **Exkursionen**
  - Benediktbeuern
  - Halle
  - Papenburg
  - Torfhaus
- **Artengalerie**
- "Sei aktiv"

Lebensräume von Tieren und Pflanzen simulieren – Zukunftsszenarien zum Einfluss des Klimawandels

Handreichungen zur Lernsoftware PRONAS für Schule und Umweltbildung

Herausgegeben von
Karin Ulbrich, Anne-Kathrin Lindau, Christina Hörning, Josef Settele

Herausgeber

Dr. Karin Ulbrich ist seit 1992 am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung auf dem Gebiet der ökologischen Modellierung tätig. Während eines mehrjährigen Aufenthalts am Zoologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle stellte sie fest, dass Simulationsmodelle gut in der Lehre eingesetzt werden können, da sie komplexe ökologische Zusammenhänge einfach und anschaulich erklären. Seit etwa fünf Jahren entwickelt Karin Ulbrich internetgestützte Lehr – und Lernmittel, in denen Computersimulationen eine Rolle spielen. Sie organisiert Netzwerke aus Vertretern von Wissenschaft und Bildung. Kontakt: karin.ulbrich@ufz.de

Dr. Anne-Kathrin Lindau ist seit 2002 an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Institut für Geowissenschaften und Geographie im Bereich Didaktik in der Lehrerausbildung tätig. Neben umfangreichen Lehrtätigkeiten liegt der Schwerpunkt der Forschung im Bereich des Außerschulischen Lernens, wobei die Untersuchung der Kombinationsmöglichkeiten von Gelände und digitalen Medien eine besondere Bedeutung einnehmen. Die Evaluierung realer und virtueller Exkursionen spielt eine wesentliche Rolle. Weiterhin steht seit mehreren Jahren die Umsetzung von wissenschaftlichen Ergebnissen in multimedialen Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler im Interesse der Forschung, z. B. die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet der Elbe.

Dipl. -Lehrerin Christina Hörning unterrichtet seit 1989 Biologie und Chemie am Georg-Cantor-Gymnasium Halle – einem Gymnasium mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. Sie engagiert sich seit vielen Jahren dafür, den Unterricht mit außerschulischen Aktivitäten zu bereichern. Dazu zählen AG‘s ebenso wie die Betreuung von Wissenschaftlich-Praktischen Arbeiten der Schüler in Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Christina Hörning ist Landesbeauftragte der IJSO (Internationale Junior Science Olympiade) für das Land Sachsen-Anhalt.

PD Dr. Josef Settele ist seit 1993 am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung tätig. Er arbeitet im Bereich der Grundlagenforschung und des Naturschutzes vor allem mit Insekten (insbesondere Schmetterlingen). Er hat sich im Laufe des letzten Jahrzehnts vor allem in der Koordination großer interdisziplinärer Forschungsprojekte engagiert, aus denen viele Ideen in die Arbeiten mit Schülern eingeflossen sind. Josef Settele ist seit 2002 Hochschullehrer für Ökologie an der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg und seit 2010 koordinierender Leitautor beim 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates.

Inhalt

I. Konzepte und Grundlagen

Vorwort	**Ulrike Peters**	4
Einführung		8
PRONAS im Rahmen von Bildung für nachhaltige Entwicklung und Biodiversität	**Armin Lude**	10
Biodiversität im Unterricht	**Martin Lindner**	18
Das ALARM-Projekt	**Oliver Schweiger, Josef Settele**	20
Einfluss von Mensch und Klima auf die Biodiversität – die Lernsoftware PRONAS	**Karin Ulbrich**	26
PRONAS im Unterricht – die Methode der realen und virtuellen Exkursion	**Anne-Kathrin Lindau**	34
Die Exkursionen in PRONAS	**Jens Halves, Doris Linke, Sebastian Körnig, Martin Placke**	38
Das Thema im Lehrplan	**Anne-Kathrin Lindau**	46

II. Handreichungen

Inhaltliche Struktur der Lernmodule	50
Nach Klassenstufen geordnete Übersicht über die Lernmodule	52

III. Erwartungsbilder und Lösungen

162

Vorwort

Wie wird die Welt in dreißig, fünfzig oder einhundert Jahren aussehen? Einen Blick in die Zukunft werfen zu können, ist ein alter Menschheitstraum. Heute ist die Menschheit zwar noch immer nicht in der Lage, die Zukunft genau vorhersehen zu können, aber Wissenschaftler können in Computer-Modellen Szenarien berechnen, die eine Vorstellung davon vermitteln, welche Rahmenbedingungen zu einem zukünftigen Zeitpunkt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreten. Werden Variablen verändert, hat dies Einfluss auf die Ergebnisse. Mit Hilfe der Modelle ist es möglich zu erkennen, welche Maßnahmen heute durch Gesellschaft und Politik ergriffen werden müssen, um ein bestimmtes Ziel in der Zukunft erreichen zu können. Dies ist wohl der für die Gesellschaft spannendste Aspekt ökosystemarer Modellierungen von vergleichenden Szenarien. Sie zeigen heutige Handlungsmöglichkeiten auf und verdeutlichen, in welche Richtung eine Entwicklung wahrscheinlich verlaufen wird, wenn ein Handeln unterbleibt oder ein Gegensteuern zu schwach erfolgt. Sie bieten demnach auch eine Beurteilungshilfe und ein Messinstrument, um politisches Handeln einzufordern und zu bewerten.

Daraus ergeben sich jedoch eine Reihe von Schwierigkeiten:
Die Frage der Genauigkeit der Aussagefähigkeit von Szenarien, die Zugänglichkeit von Ergebnissen aus wissenschaftlicher Forschung für verschiedene gesellschaftliche Gruppen sowie die Fähigkeit einzelner Bürgerinnen und Bürger derartige Ergebnisse zu bewerten, um sich eine eigene Meinung bilden zu können und die Programme politischer Parteien im Hinblick auf die dort vorgestellten Maßnahmen einschätzen zu können oder sich sogar selbst zu engagieren, seien beispielhaft genannt.

Nun ist das Tempo des Verlustes an der Vielfalt der Arten, Lebensräume und der genetischen Vielfalt auf der Erde so groß wie kaum jemals zuvor. Dies ist seit einigen Jahrzehnten nicht nur Biologen durchaus bekannt. Die großen Tierfilmer Grizmek und Sielmann brachten diese Erkenntnisse – zumindest in Bezug auf afrikanische Lebensräume – in die Wohnzimmer der siebziger und achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Neben der emotionalen Ansprache von Menschen beispielsweise mit überwältigenden Bildern sowie dem Angebot von Naturerlebnis- oder Wildnisprogrammen, welche Kindern,

Jugendlichen und Erwachsenen spannende Zugänge zur heimischen Natur ermöglichen, ist es in unserer hoch technisierten Welt jedoch auch erforderlich, gerade bei jungen Menschen ein Umweltbewusstsein zu fördern, das auf ein Verständnis komplexer Zusammenhänge basiert. Dazu ist es beispielsweise notwendig, Kompetenzen zur Bewertung und Beurteilung der Aussagefähigkeit von Szenarien zu fördern, welche für politische Entscheidungsprozesse immer größere Bedeutung erlangen.

Das Projekt PRONAS hat einen wichtigen Beitrag dazu geleistet zu zeigen, wie hochkomplexe Ergebnisse eines großen internationalen Forschungsprojektes zumindest in Teilen so in didaktische Konzepte überführt werden können, dass sie auf konkrete Gebiete, Arten und Fragestellungen angewendet werden können. Schülerinnen und Schüler können durch die Lernsoftware am Computer systemische Zusammenhänge erkennen. Durch die Bildungsangebote in der Umgebung der Umweltbildungseinrichtungen erfahren sie, was diese Aussagen konkret für die Tier- und Pflanzenarten in einem Lebensraum bedeuten.

Ulrike Peters, Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Osnabrück, Juni 2011

I. Konzepte und Grundlagen

Einführung

Liebe Leserin, lieber Leser,
während der Arbeit an der Lernsoftware PRONAS (**PRO**jektionen der **NA**tur für **S**chulen) entschieden wir uns zum Verfassen dieses Buches. Es bietet konkrete Lernmodule an und soll dazu beitragen, PRONAS in den schulischen und außerschulischen Unterricht zu integrieren. PRONAS zeigt die enge Verknüpfung von Gesellschaft, Politik, Wirtschaft und Biodiversität auf und soll Schülerinnen und Schüler zu kritischem, dynamischem Denken anregen und sie zu nachhaltigem Handeln befähigen.

Karin Ulbrich, Anne-Kathrin Lindau, Christina Hörning und Josef Settele
Halle, Juni 2011

Warum das Thema „Biologische Vielfalt"?

Die gegenwärtige Rückgang der Biodiversität ist weitaus stärker als in allen geologischen Zeitaltern der vergangenen 540 Millionen Jahre – ausgenommen die Perioden der fünf großen Massensterben (Barnosky et al. 2011). Im Unterschied zu den Ereignissen der Vorzeit trägt der Mensch heute in dramatischem Ausmaß zur Vernichtung der Lebensgrundlagen von Tieren und Pflanzen bei. Noch wird der aktuelle Artenverlust nicht als sechstes Massensterben der Erdgeschichte eingeordnet, aber schon in wenigen Generationen könnte es soweit sein. Aktuell sind 22% der Säugetiere, 31% der Amphibien und 14% der Vögel stark gefährdet. Die Veränderungen in der Atmosphäre und die Erderwärmung infolge des wachsenden CO_2-Gehalts setzen sich immer weiter fort. Vom Menschen verursachtes Zerschneiden der Lebensräume, Einführen nicht einheimischer Arten, Verbreiten von Krankheitskeimen, Verschmutzung, Überfischung und das rasante Anwachsen der Weltbevölkerung sind so extreme Stressfaktoren, wie es sie bisher noch nie auf der Erde gab.

Anthony D. Barnosky, Nicholas Matzke, Susumu Tomiya, Guinevere O. U. Wogan, Brian Swartz, Tiago B. Quental, Charles Marshall, Jenny L. McGuire, Emily L. Lindsey, Kaitlin C. Maguire, et al. **Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?** *Nature*, 471, 51-57 (2 March 2011) DOI: 10.1038/nature09678

Entschlossene gemeinsame Anstrengungen von Gesellschaft, Wirtschaft und Politik sind zum Schutz der Arten und ihrer Lebensräume dringend erforderlich. Dabei kommt den Wissenschaftlern eine besondere Verantwortung zu. Bereits auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Jahr 1992 in Rio de Janeiro (UNCED) wurde in der Biodiversitäts-Konvention die Notwendigkeit festgeschrieben, das Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit für die Bedeutung der biologischen Vielfalt zu stärken. Besonders die heranwachsende Generation - die Bürger und Entscheidungsträger von morgen - soll dabei angesprochen werden.

Mitarbeiter des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung stellten sich die Frage:

Wie können wir Umweltforscher dazu beitragen, aktuelle Erkenntnisse zum Klimawandel in den Schulunterricht zu integrieren? Wie können wir hunderte wissenschaftliche Artikel und Datenbanken aus internationalen Forschungsprojekten so an Schüler vermitteln, dass sie motiviert werden, die Zukunft verantwortungsvoll und nachhaltig mit zu gestalten?

Dank der Unterstützung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) war es uns möglich, neue und unkonventionelle Wege zu gehen. Die Lernsoftware PRONAS und die vorliegende Broschüre sind das Ergebnis der Zusammenarbeit von Wissenschaftlern mit Hochschuldidaktikern, Umweltpädagogen, Lehrern, Studenten und Schülern. Wichtigster Fundus für PRONAS waren die Ergebnisse des ALARM-Projekts (www.alarmproject.net). An diesem bisher größten Forschungsprojekt zur terrestrischen Biodiversität, das vom Helmholtzzentrum für Umweltforschung koordiniert wurde, waren über 250 Wissenschaftler aus 36 Ländern beteiligt.

PRONAS ist interdisziplinär angelegt – die Lernsoftware kann in den Fächern Biologie, Geographie, Ethik, Mathematik und Informatik, aber auch in Sozialkunde, Deutsch und Kunst eingesetzt werden. Die „Handreichungen für Schule und Umweltbildung" bieten konkrete Anregungen zum Einsatz der Lernsoftware im Schulunterricht, im Umweltbildungszentrum oder in Projektwochen. Die Lernmodule richten sich an 12- bis 19-jährige Schüler aller Schultypen und an ihre Lehrer.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit bedienen wir uns meist männlicher Substantive, schließen dabei aber die weibliche Form der Begriffe selbstverständlich mit ein. Wenn von Lehrern die Rede ist, sind stets die Lehrerinnen und Lehrer gemeint.

Unser besonderer Dank gilt Prof. Elke Hartmann, Prof. Notburga Protze, Prof. Armin Lude, Prof. Martin Lindner und Rosmarie Schuhmann für die Beratung auf dem wichtigen Feld der Didaktik. Für vielseitige, konstruktive Unterstützung bedanken wir uns bei P. Karl Geissinger, Doris Linke, Jens Halves, Martin Placke, Elke Grunicke, Sebastian Körnig, Carola Schmidt, Janina Fischer, Tim Lodemann und Sven Pompe. Die Wissenschaftler des UFZ Stefan Klotz, Oliver Schweiger, Ingolf Kühn, Marten Winter, Jan Hanspach, Elisabeth Kühn, Gitte Hornemann und Mark Frenzel unterstützten das Projekt in vielfältiger Weise. Die Förderung durch die DBU machte das Projekt erst möglich. Ihnen allen gilt unser Dank.

PRONAS im Rahmen von Bildung für nachhaltige Entwicklung und Biodiversität

Armin Lude

Die Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung gehört zu den wichtigsten Herausforderungen und Aufgaben des 21. Jahrhunderts. Eines der Kernprobleme ist dabei der Verlust von Biodiversität. Das Projekt PRONAS (**PRO**jektionen der **NA**tur für **S**chulen) möchte für die Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler einen Beitrag zum Schutz von biologischer Vielfalt im Rahmen einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung leisten. Nachfolgend wird daher zuerst auf die Bildung für nachhaltige Entwicklung eingegangen, um dann das Thema Biodiversität in den Blickpunkt zu nehmen. Hierbei wird auch geklärt, was mit den jeweiligen Begriffen gemeint ist. In Verweisen werden die Ansätze von PRONAS aufgezeigt.

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Bildung für nachhaltige Entwicklung vermittelt den Menschen nachhaltiges Denken und Handeln. Sie versetzt sie in die Lage, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf künftige Generationen oder das Leben in anderen Weltregionen auswirkt (www.bne-portal.de). Die Menschen sollen also befähigt werden, globale Probleme vorherzusehen, sich ihnen zu stellen und auf ihre Lösung hinzuarbeiten, um so eine nachhaltige Zukunft zu gestalten.

Dabei spielt auch die Komplexität und die gegenseitige Abhängigkeit von drei Dimensionen eine wichtige Rolle: Umwelt (Ökologie), Wirtschaft (Ökonomie) und Gesellschaft (Soziales und Kultur). Nachhaltige Entwicklung soll wirtschaftlichen Fortschritt mit sozialer Gerechtigkeit und dem Schutz der natürlichen Umwelt verbinden. Dies sind Forderungen, wie sie im Brundtlandreport 1987 (Hauff, 1987) beschrieben und auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro (UNCED) beschlossen wurden.

Bedeutung von Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit ist keine neue Erfindung, sondern seit über 200 Jahren das Grundprinzip forstlichen Denkens und Wirtschaftens. Die Begriffe „Nachhaltigkeit“ und „nachhaltige Entwicklung“ haben sich aber in der umweltpolitischen Diskussion weitgehend unabhängig von der Forstwirtschaft entwickelt und gehen dort deutlich über den Ansatz der forstlichen Nachhaltigkeit hinaus (Kohler & Lude, 2010).

Im täglichen Sprachgebrauch kommen noch weitere Bedeutungen von „nachhaltig“ hinzu, etwa im Sinne von andauernd, fortwährend, vorausschauend, ganzheitlich, ... (vgl. Vogt, 2009). Kein Wunder also, dass Nachhaltigkeit oft unterschiedlich verstanden wird. Um Missverständnisse zu vermeiden, wäre es natürlich am besten, wenn erst geklärt werden könnte, wer wann was darunter versteht. Gleiches gilt für das Verhältnis von Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung. Hesselink et al. (2000) fanden hier vier unterschiedliche Begriffsverständnisse (Abbildung 1). Um sogleich selbst Position zu beziehen: Der Autor versteht darunter das Konzept 3.

Die Begriffe „Nachhaltige Entwicklung“, „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ oder als Akronym „BNE“ erscheinen so sperrig, dass es bislang erst ansatzweise gelungen ist, sie im Bewusstsein der Menschen zu verankern. So hatten in einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage 22 % der Bundesbürger vom Begriff „nachhaltige Entwicklung“ gehört, inhaltlich waren davon aber nur die Hälfte tatsächlich informiert (BMU, 2004; Kuckartz & Rheingans-Heintze, 2006). Unter baden-württembergischen Lehrern gaben 2007 nur ein Drittel an, hierzu Ziele und Inhalte nennen zu können (Rieß & Mischo, 2008).

Losgelöst vom Begriff stoßen die Kerngedanken der nachhaltigen Entwicklung (z. B. das Gerechtigkeitsprinzip) auf eine breite Zustimmung in der Bevölkerung (YouGov, 2010; Kuckartz & Rheingans-Heintze, 2006). Die repräsentative Umfrage „Jugend und Nachhaltigkeit“ zeigte, dass auch für 60 % der Jugendlichen Nachhaltigkeit ein wichtiges Thema ist. Aspekte des Klimawandels, der Umweltzerstörung und Mangel an Nahrung und Trinkwasser in vielen Ländern der Welt rangieren noch vor Themen wie Wirtschafts- und Finanzkrise oder Terrorismus (Bertelsmann Stiftung, 2009).

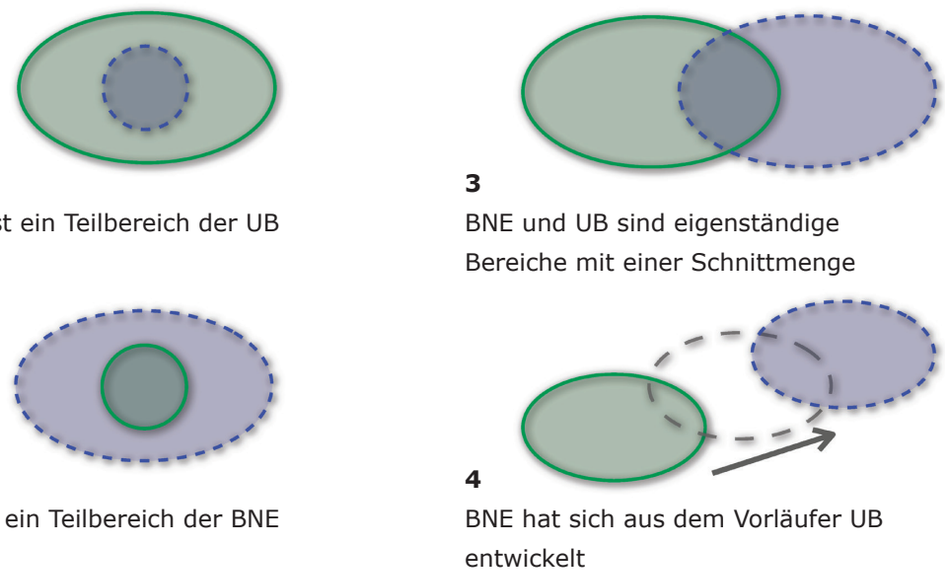


Abbildung 1: Unterschiedliche Konzepte zum Verhältnis von Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung (verändert nach Hesselink et al., 2000)

Nachhaltigkeit verstehen und handeln

Um den Herausforderungen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung gerecht zu werden, muss es in Bildungsveranstaltungen um mehr gehen als um eine bloße Vermittlung von Wissen und anderen kognitiven Fähigkeiten. Es geht um die Fähigkeit, komplexe Anforderungen zu bewältigen. Hierzu bedarf es kommunikativer, sozialer und methodischer Fähigkeiten, die es ermöglichen, Probleme zu erkennen und zu lösen. Daher wird in der Diskussion der Begriff „Kompetenzen" verwendet. Dieser umfasst neben dem Wissen auch die Fertigkeiten, Einstellungen und Wertvorstellungen einer Person (OECD-Bildungsminister, zit. in OECD, 2005).

Im deutschsprachigen Raum wurden in den vergangenen Jahren mehrere Kompetenzmodelle für die Bildung für nachhaltige Entwicklung entwickelt. Ein gemeinsames Element ist, dass die Anforderungen von Bildung für nachhaltige Entwicklung in einer Art von übergeordneter „Schlüsselkompetenz" fokussiert werden, um sie dann als Teilkompetenzen weiter zu präzisieren. Leider besteht hier – wie auch auf internationaler Ebene – keine Einigkeit, welches die wichtigsten Schlüsselkompetenzen sind:

Für die Schule definieren de Haan & Harenberg (1999) den Erwerb von „Gestaltungskompetenz" als pädagogisches Ziel der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Damit sind jene Kompetenzen gemeint, die wichtig sind für das Erkennen von Umweltproblemen sowie die Fähigkeiten Probleme zu lösen und im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu handeln. BNE soll so den Einzelnen befähigen, aktiv an der Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken. Die Gestaltungskompetenz wird weiter in zwölf Teilkompetenzen untergliedert (de Haan et al., 2008). Diese leiten sich zum einen aus Erkenntnissen der Nachhaltigkeitswissenschaft ab (wie der Forderung nach dem Zusammenwirken unterschiedlicher Fachdisziplinen), zum anderen sind sie normativ begründet (z. B. die Forderung nach Gerechtigkeit und Empathie) oder ergeben sich aus der sozialen Praxis (z. B. aus der Erfahrung heraus, dass es für langfristige Entwicklungen und Prozesse wesentlich ist, vorausschauend zu planen oder mit Prognosen umgehen zu können).

Die OECD (2005) stellt in ihrem DeSeCo-Bericht (Definition and Selection of Key Competences) Schlüsselkompetenzen vor, die für ein erfolgreiches Leben und eine gut funktionierende Gesellschaft benötigt werden. Diese lassen sich auf die klassische psychologische Dreigliederung in Selbst-, Sach- und Methoden- sowie Sozialkompetenz beziehen. Der Schweizer Modellversuch „Nachhaltige Entwicklung in der Grundschulausbildung" bezieht sich bei der Entwicklung eines didaktischen Konzepts für Bildung für nachhaltige Entwicklung auf diesen OECD-Bericht. Auch de Haan greift die Ergebnisse des OECD-Berichts auf und setzt die Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz in Beziehung zu diesem Ansatz (de Haan et al., 2008).

In einer neuen Studie versucht Rieckmann (2011) eine Zusammenführung der skizzierten unterschiedlichen Ansätze. Durch eine Expertenbefragung mit Rückspiegelung der Antworten (so genannte Delphi-Methode) konnte er auf internationaler Ebene zwölf Schlüsselkompetenzen beschreiben. Die höchste Bedeutung zugemessen wurde (1.) vernetztem Denken und Umgang mit Komplexität, (2.) vorausschauendem Denken und (3.) kritischem Denken. Die meisten der Kompetenzen sind mit der Gestaltungskompetenz deckungsgleich, einige gehen jedoch auch darüber hinaus (bspw. Naturverständnis).

Obige Kompetenzmodelle sind auf der Ebene der *Ergebnisse* von Lehr-Lernprozessen formuliert; also Kompetenzen als „outcomes" von Lehr-Lernprozessen. Künzli David & Bertschy (2008) und Künzli David (2007) sowie Seybold (2009) schlagen hingegen für die Ebene der *Gestaltung* der Lehr-Lernprozesse „didaktische Prinzipien einer BNE" vor. Diese sollen als Leitlinien zur Gestaltung der Veranstaltungen dienen, da sie zur Strukturierung von Lern- und Arbeitsprozessen genutzt werden können. Nach Künzli David (2007) handelt es sich bei diesen Prinzipien um: Visionsorientierung, Handlungs- und Reflexionsorientierung, Entdeckendes Lernen, Vernetztes Lernen, Zugänglichkeit, Partizipationsorientierung und die Verbindung von sozialem, selbstbezogenem und methodenorientiertem Lernen.

Didaktische Prinzipien und Kompetenzen stehen natürlich in einer Verbindung zueinander. Beispielsweise können Kinder und Jugendliche durch das didaktische Prinzip „Partizipation" (Beteiligung an Umweltthemen) Gestaltungskompetenzen entwickeln. Partizipation ermöglicht es, eigene Erfahrungen einzubringen, die eigenen Wertvorstellungen und Handlungen zu überprüfen und sich seiner Mitverantwortung für die Zukunftsgestaltung bewusst zu werden. So wird die Zukunft als offen und gestaltbar begriffen.

Die didaktischen Prinzipien bei PRONAS sind Visionsorientierung, Handlungs- und Reflexionsorientierung sowie vernetztes Lernen. Dabei stehen drei Kompetenzen im Vordergrund, die auch in der Studie von Reickmann (2011) am höchsten gewichtet wurden: vernetztes, vorausschauendes und kritisches Denken. Im Lehr-Lernarrangement stellt PRONAS einen Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler her und bezieht sich dabei auch auf wissenschaftlich basierte Erkenntnisse, die den Informationen zu Grunde liegen. Hierdurch bekommen die drei Zukunfts-Szenarien eine solide und tragfähige Basis. Durch die Simulationen von alternativen Szenarien werden zukünftige Entwicklungen für Schüler direkt erfahrbar gemacht. Sie bekommen so einen Eindruck von der Komplexität und Abhängigkeit unterschiedlicher Faktoren, die zukunftsbestimmend wirken.

Biodiversität schützen

Anlässlich der eingangs erwähnten Konferenz der Vereinten Nationen 1992 in Rio de Janeiro wurde auch das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity - CBD) verabschiedet (www.cbd.int). Dieses wurde dann 2007 als Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS) umgesetzt (www.biologischevielfalt.de). Ziel ist neben dem Schutz der Biodiversität auch ihre nachhaltige Nutzung sowie ein gerechter Ausgleich von Vor- und Nachteilen, die aus der Nutzung entstehen.

Was die Begrifflichkeit betrifft, so wird der englische Begriff „biological diversity" im Deutschen als „Biologische Vielfalt" oder unter Fachwissenschaftlern auch als „Biodiversität" oder verkürzt „BioDiv" übersetzt. Wie Befragungen zeigen (Abbildung 2), gleicht das Alltagsverständnis nur selten dem wissenschaftlichen. Anstelle der dreiteiligen fachlichen Bedeutung von Biodiversität – nämlich als Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme und genetische Vielfalt –, wird sie meist nur als eindimensionales Konzept und im Sinne von Artenvielfalt verstanden. Weitere nicht-wissenschaftliche Verständnisse kommen noch hinzu (vgl. Lude, 2010).

Abbildung 2a.

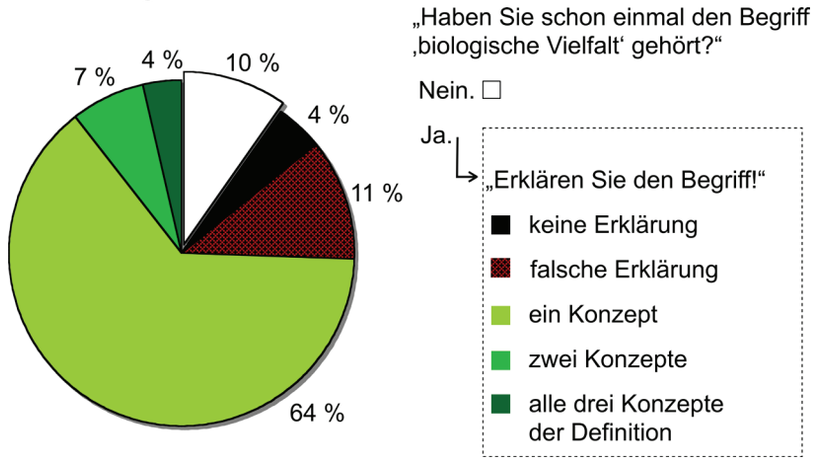


Abbildung 2b.

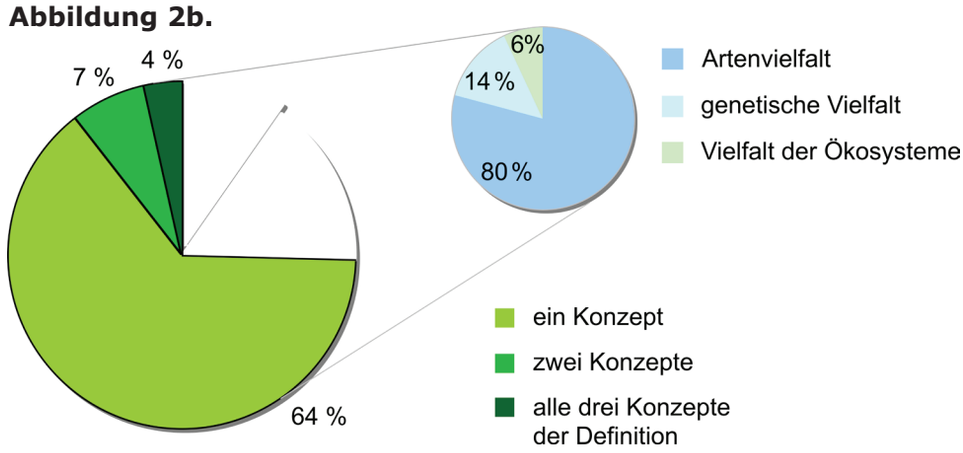


Abbildung 2: Vorstellungen zum Begriff „Biologische Vielfalt".
a) Bekanntheit und unterschiedliche Alltagserklärungen für den Begriff,
b) Anteile der drei wissenschaftlichen Bedeutungen in den korrekten Alltagserklärungen. Nach Lude (2010).

Am Beispiel der Biodiversität kann besonders eindrucksvoll das Zusammenspiel der verschiedenen Dimensionen von Nachhaltigkeit gezeigt werden (Groß et al., 2009). Nicht-nachhaltiges Wirtschaften (ökonomische Dimension) führt zur Zerstörung von Lebensräumen und Arten (ökologische Dimension). Sind Lebensräume und Arten zerstört, so können diese nicht mehr zur Herstellung von Produkten oder zum Verzehr (ökonomische und soziale) oder zur Erholung (soziale Dimension) genutzt werden. Im extremen Fall kann der auftretende Mangel zu gravierenden sozialen Problemen führen.

Der globale Wandel des Klimas bedroht die Biodiversität. Über eine Veränderung der klimatischen Verhältnisse in den Habitaten kommt es in der Folge zu Arealverschiebungen oder zum Aussterben der Arten. Mit dem auf der Eisscholle treibenden Eisbären wurde in den Medien eine eindrucksvolle Ikone geschaffen, die sich auch in den Schülervorstellungen zum Klimawandel wieder finden lässt. Mit PRONAS wird deutlich, dass es auch in Deutschland Arten gibt, die direkt vom Klimawandel betroffen sind. Diese wurden zwar noch nicht zu medialen Ikonen stilisiert, aber die Auswirkungen auf diese Arten sind nicht weniger dramatisch.

Der Verlust der Biodiversität ist aber nicht nur Folge, sondern zugleich auch eine der Ursachen für den Klimawandel. Beispielsweise wird durch die Vernichtung der Wälder oder die Trockenlegung von Mooren und Feuchtwiesen CO_2 in die Atmosphäre freigesetzt, das zuvor als Biomasse gebunden war. Selbst die „gute Absicht", die Nutzung fossiler Energieträger durch die Nutzung von „Energiepflanzen" zu ersetzen, hat zwei Seiten. Der Anbau geht mit einer Intensivierung der Landwirtschaft, einem enormen Flächenbedarf und einem teilweise großen Einsatz von Pestiziden einher, der Lebensräume und deren Biodiversität zerstört. Hinzu kommt noch eine Flächenkonkurrenz zur Produktion von Nahrungsmitteln („Tank oder Teller?").

Für die Bildungsarbeit ist das Thema „Klimawandel und Biodiversität" eines von vier zentralen Schlüsselthemen für eine nachhaltige Entwicklung, da es konkrete Bezüge zur Lebenswelt und zum Alltagshandeln der Menschen aufweist (Arbeitsgruppe Biologische Vielfalt, 2011).

Leider ist es nicht selbstverständlich, dass sich die Menschheit auf den Weg in eine zukunftsfähige Gesellschaft macht. Auch kann man nicht davon ausgehen, dass aus der Vermittlung von Sinnhaftigkeit sich automatisch nachhaltiges Handeln ergibt. Nach der konstruktivistischen Lernauffassung können Kompetenzen nicht vermittelt werden, sondern nur von den Lernenden selbst gesteuert entwickelt werden (Gerstenmeier & Mandl, 1995).

Erschwerend kommt hinzu, dass es nicht den *einen* Weg gibt, eine Entwicklung nachhaltig zu gestalten. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung ist daher ein Such- und Lernprozess (Arbeitsgruppe

Biologische Vielfalt, 2011) und es gibt nicht das „Bildungskonzept". Aus lernpsychologischer Sicht sollten Lernangebote eine aktive und handlungsorientierte Auseinandersetzung ermöglichen, auf eine Problemlösefähigkeit zielen und Alltagsrelevanz haben.

In PRONAS wird ein Alltagsbezug durch zwei jugendliche Identifikationsfiguren hergestellt, die den Nutzer mit ihren Fragen durch die Software führen. Virtuelle Exkursionen sind ein moderndes Instrument, um Lebensräume am Computer erfahrbar und erlebbar zu machen. Natur lässt sich im Rahmen der technischen Möglichkeiten nur bedingt abbilden. So bleibt dem Nutzer die Neugier auf direkte und vielfältige Naturerfahrungen (Lude, 2001, 2006) draußen.
Der Anspruch von PRONAS ist ein mehrfacher: einerseits soll ein Verständnis für die Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland erreicht werden, zum anderen sollen die Nutzer aber auch angeregt werden, ihre eigenen Konsequenzen daraus für ihr Alltags-handeln zu ziehen.

PRONAS ist ein Baustein für die schulische und außerschulische Bildung. Er fügt sich ein in den umweltpolitischen Rahmen, der gezeichnet wird durch das „Jahr der Artenvielfalt" (2010), der laufenden UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung" (2005-2014) und der neuen UN-Dekade der Biodiversität (2011-2020).

Zitierte Literatur

- Bertelsmann Stiftung (2009): Jugend und die Zukunft der Welt. Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage in Deutschland und Österreich „Jugend und Nachhaltigkeit". Gütersloh, Wien: Bertelsmann Stiftung.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung (2004, Hrsg.): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004. Berlin: Köllen.
- Arbeitsgruppe Biologische Vielfalt (2011): Biologische Vielfalt und Bildung für nachhaltige Entwicklung: Schlüsselthemen und Zugänge für Bildungsangebote. Herausgegeben von der Deutschen UNESCO-Kommission. 2. Auflage. Bonn: Deutsche UNESCO-Kommission.
- Gerstenmeier, J. & Mandl, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. Zeitschrift für Pädagogik 41: 867-888.
- Haan, G. de & Harenberg, D. (1999): Expertise „Förderprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung" (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 72). Bonn: BLK.
- Haan, G. de, Kamp, G., Lerch, A., Martignon, L., Müller-Christ, G. & Nutzlinger, H. G. (2008, Hrsg.): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Heidelberg u.a.: Springer.
- Hauff, V. (1987, Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtlandbericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven: Eggenkamp.
- Hesselink, F., van Kempen, P. P. & Wals, A. (2000): ESDebate: international debate on education and sustainable development. Danida: IUCN. data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2000-034.pdf
- Kohler, B. & Lude, A. (2010, Hrsg.): Nachhaltigkeit erleben. Praxisentwürfe für die Bildungsarbeit in Wald und Schule. München: oekom.
- Kuckartz, U. & Rheingans-Heintze, A. (2006): Trends im Umweltbewusstsein. VS-Verlag. Wiesbaden.
- Künzli David, C. & Bertschy, F. (2008): Didaktisches Konzept. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. 3. Auflage. Bern: IKAÖ.
- Künzli David, C. (2007): Zukunft mitgestalten: Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Didaktisches Konzept und Umsetzung in der Grundschule. Bern: Haupt Verlag.
- Lude, A. (2001). Naturerfahrung & Naturschutzbewusstsein. Innsbruck, Wien, München: Studien-Verlag.
- Lude A. (2006): Natur erfahren und für die Umwelt handeln – zur Wirkung von Umweltbildung. NNA-Berichte 19/2: 18-33.
- Lude, A. (2010): The spirit of teaching ESD – Biodiversity in educational projects. In Ulbrich, K., Settele, J. & Benedict, F. F. (Eds.): Biodiversity in Education for Sustainable Development – Reflection on School-Research Cooperation (pp. 17-29). Sofia, Moscow: Pensoft.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2005): Definition und Auswahl von Schlüsselkompetenzen - Zusammenfassung. www.oecd.org/dataoecd/36/56/35693281.pdf
- Rieckmann, M. (2011): Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung der Weltgesellschaft. Ergebnisse einer europaisch-lateinamerikanischen Delphi-Studie. GAIA 20 (1): 48-56.
- Rieß, W. & Mischo, C. (2008): Evaluationsbericht "Bildung für nachhaltige Entwicklung an weiterführenden Schulen in Baden-Württemberg" i. A. des Umweltministeriums B.-W., Stiftung Naturschutzfonds beim MLR und des Kultusministeriums.
- Seybold, H. (2009): (Didaktische) Prinzipien von Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Mertens, G. et al. (Hrsg.): Handbuch der Erziehungswissenschaft. Bd III/2. Paderborn: F. Schöningh. S. 1199-1208.
- Vogt, M. (2009): Nachhaltigkeit als ethisch-politische Leitidee. In: Mertens, G. et al. (Hrsg.): Handbuch der Erziehungswissenschaft. Bd III/2. Paderborn: F. Schöningh. S. 1171-1182.
- YouGov (2010): Umfrage Nachhaltigkeit, im Auftrag der Karl Kübel Stiftung. www.karlkuebelpreis.de/presse/pressemitteilungen/meldung_17.htm

Kontaktadresse

Prof. Dr. Armin Lude – Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Biologie und ihre Didaktik
Reuteallee 46, D 71634 Ludwigsburg, lude@ph-ludwigsburg.de

Biodiversität im Unterricht

Martin Lindner

Die Forderung, Schülerinnen und Schüler mit dem Thema Biodiversität zu konfrontieren, ist nahezu so alt wie der Biologie-Unterricht, also etwa 130 Jahre. Bereits das 1885 erschienene Buch von Junge „Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft" verknüpft biologische Inhalte in genialer Weise mit den Grundlagen einer naturhistorischen und ökologischen Behandlung. Es ist bis heute wegweisend, beispielsweise in seiner konsequenten Anwendung des exemplarischen Prinzips und eines lebensweltlich bedeutsamen Kontextes für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Dennoch wird – fast schon beginnend mit der Diskussion über den Schulunterricht im Fach Naturkunde – eine sehr geringe Artenkenntnis der Schülerinnen und Schüler beklagt. Sogar zahlreiche Untersuchungen unter angehenden Biologie-Lehrkräften zeigen eine erstaunlich geringe Artenkenntnis von unter 10 Arten – wie übrigens auch in der Bevölkerung allgemein. Wenn allerdings Klagen zu diesen Befunden damit gekoppelt werden, dass man früher mehr Arten kannte, zum Beispiel die am Feldrain wachsenden Kräuter, so entbehrt diese Behauptung vermutlich jeglicher empirischer Grundlage. Wir können davon ausgehen, dass die Artenkenntnis auch früher nicht größer war als heute, in der angeblich so von der Natur entfremdeten Welt der Städter.

Warum auch sollten sich Schülerinnen und Schüler für Tiere und Pflanzen interessieren? Welchen Anlass haben sie, sich mit der belebten Umgebung auseinanderzusetzen, so dass sie z.B. eine Sumpfdotterblume von einem Scharfen Hahnenfuß unterscheiden können? Warum sollen sie sich mit dem Verlust der Lebensräume vieler Arten auseinandersetzen oder mit dem Rückgang der genetischen Vielfalt?

Dieser Gedankengang soll unterstreichen, dass wir Schülerinnen und Schüler nur bewegen können, Dinge zu lernen, die eine Relevanz für sie haben. Eine bloße Gesellschaftsrelevanz oder eine hohe Bedeutung eines Sachverhaltes für die Fachdisziplin allein sind keine Faktoren, die Lernen bei Kindern und Jugendlichen anregen. Vielmehr ist eine Einbettung in einen schülerorientierten Kontext wichtig, und hier stehen Kontexte der Gesundheit, der Ernährung und der zwischenmenschlichen Beziehungen im Vordergrund. Wenn Biodiversität erfolgreich unterrichtet werden soll, muss dieses Thema also mit den für Jugendliche relevanten Bereichen verknüpft werden.

Seit den 1970er Jahren ist die Bewegung „Natur erleben" aus den USA auch in vielen pädagogischen Ansätzen in Deutschland umgesetzt worden (z.B. Cornell 1999). Wir haben bis heute aber keine Evidenzen, dass Ansätze aus dieser Bewegung zu einem nachhaltigen Umdenken in Richtung auf eine höhere Nachhaltigkeit im Handeln und in wirtschaftlichen Entscheidungen geführt hätten. Das Erkennen der Bedeutung von Biodiversität ist somit erst in höheren Klassenstufen über eine intellektuell geführte Lerneinheit möglich. Dazu werden klare und strukturierte Einheiten benötigt, die multimedial untersetzt sind und somit das Verstehen der komplexen Zusammenhänge erleichtern, die bereits von Junge (1985) am Beispiel des Dorfteichs skizziert werden. Ein solcher Ansatz wird bei PRONAS versucht.

Zitierte Literatur

- Junge, F (1985). Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft. (Reprint) Lühr & Dircks
- Cornell, J (1999). Mit Kindern die Natur erleben. Verlag an der Ruhr

Kontaktadresse

Prof. Dr. Martin Lindner
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Biologicum, Weinbergweg 10
06099 Halle / S
martin.lindner@biodidaktik.uni-halle.de

Das ALARM-Projekt

Der ALARM-Ansatz

Oliver Schweiger und Josef Settele

Die Lernsoftware PRONAS greift unter anderem auf die Klimaszenarien und weitere Ergebnisse des ALARM-Projekts (Settele et al. 2005; http://alarmproject.net) zurück, weshalb dieses hier kurz vorgestellt werden soll. ALARM war das bislang größte europäische Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Biodiversität. Von 2004 bis 2009 waren 68 wissenschaftliche Einrichtungen mit über 250 Forschern aus 35 Ländern beteiligt.

ALARM steht für „**A**ssessing **LA**rge scale environmental **R**isks for biodiversity with tested **M**ethods". Das Ziel war also die Entwicklung von Methoden zur Risikoabschätzung für die Biodiversität, um Empfehlungen für die Politik und den Naurschutz zur Entwicklung neuer Strategien und fundierter Schutzmaßnahmen geben zu können. Dazu war das Projekt anfangs in einzelne Module eingeteilt, die aber zunehmend in den Hintergrund traten und durch vernetzte Ansätze ersetzt wurden. Dies führte zu einem sehr hohen Grad an Integration innerhalb des Projekts und über disziplinäre Grenzen hinweg. Die einzelnen Module beschäftigten sich mit den sozioökonomischen Grundlagen der Klimaveränderung und deren gesellschaftliche Auswirkungen; mit den Auswirkungen der Klimaveränderung auf einzelne Arten, Lebensgemeinschaften, das Funktionieren von Ökosystemen und die Bereitstellung von ökosystemaren Dienstleistungen; mit dem Einfluss von Umweltchemikalien auf die Biodiversität; mit Ursachen und Folgen von biologischen Invasionen; mit den Auswirkungen von Umweltveränderungen auf Bestäuber und mit der Wirkungsweise von multiplen Triebkräften auf die Biodiversität.

All diese Triebkräfte werden durch menschliche Aktivitäten massiv in die Umwelt eingeführt. Sie wirken allerdings nicht unabhängig voneinander sondern können durch Interaktionen bislang getroffene Abschätzungen des potentiellen Risikos bei weitem übertreffen. Der multimodale und integrative Ansatz von ALARM konnte erheblich zu einer realistischeren Risikoabschätzung beitragen und resultierte in über 1000 Veröffentlichungen in Fachjournalen und Empfehlungen für Politik und Naturschutz. Um die Auswirkungen der Triebkräfte zu erfassen, wurde oft eine Kombination aus der Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Risiko auftritt, und dessen Auswirkungen verwendet. Die Risiko-Analysen in ALARM waren hierarchisch strukturiert und befassten sich mit den wichtigsten "organisatorischen" (Gene, Arten, Gemeinschaften, Ökosysteme), zeitlichen (saisonale; jährliche; auf Dekaden und Jahrhunderte bezogene) und räumlichen Skalen (Habitat, Region, Kontinent).

Zu den wichtigsten ALARM-Ergebnissen zählt der „Atlas of Biodiversity Risk" (Settele et al. 2010). Die dort komprimiert zusammengestellten Projektergebnisse sind nicht nur für Wissenschaftler interessant, sondern auch für Politiker, Behörden, Verbände, die Industrie und auch für Schüler und Lehrer.

Die ALARM-Szenarien

Für PRONAS von besonderer Bedeutung waren das Sozioökonomie-Modul und das Klimawandel-Modul. Hier wurden Zukunftsszenarien des globalen Wandels mit besonderem Bezug zu Europa erstellt und für Projektionen möglicher Auswirkungen auf die Biodiversität verwendet. Als Basis dieser Szenarian dienten sogenannte „storylines", die als denkbare zukünftige Welten gesehen werden können (Spangenberg et al. 2011). In ALARM arbeiteten Ökologen, Ökonomen, Klimatologen und Experten für Landnutzung gemeinsam an diesen „storylines", die zentrale ökologische, geologische, soziale, ökonomische und politische Parameter berücksichtigen. Hierbei ist es besonders wichtig, dass die „storylines" keine Vorhersagen darstellen, sondern vielmehr mögliche Entwicklungen entsprechend der politischen Vorgaben und der sozioökonomischen Bedingungen aufzeigen. Schon vorhandene Klimaszenarien (IPCC SRES; http://www.grida.no/publications/other/ipcc_sr/?src=/climate/ipcc/emission/) wurden diesen „storylines" zugeordnet, und entsprechende Landnutzungsszenarien wurden entwickelt. Dies hatte den Vorteil, dass einheitliche, integrative Zukunftszenarien für politische, sozioökonomische, klimatische und die Landnutzung betreffende Veränderungen zur Verfügung standen.

Im Rahmen von ALARM wurden folgende Basis-Szenarien entwickelt (siehe auch Spangenberg et al. 2011):

(1) **BAMBU** („**B**usiness **A**s **M**ight **B**e **U**sual" – „Business wie es üblich sein dürfte") - dieses Szenario berücksichtigt schon getroffene Entscheidungen und verabschiedete Verordnungen der Europäischen Kommission, die aber noch nicht national umgesetzt worden sind, extrapoliert die erwarteten Trends in der EU-Politik und schätzt deren Nachhaltigkeit und Einfluss auf die Biodiversität ein. Es beinhaltet Maßnahmen zur Abschwächung bzw. Anpassung an die Klimaänderung und expliziten, aber keinen bevorzugten Schutz der Biodiversität;

(2) **GRAS** („**GR**owth **A**pplied **S**trategy" – „wachstums-orientierte Strategie") ist ein Szenario ungebremsten Wirtschaftswachstums mit freiem Handel, Globalisierung und Deregulierung. Das Szenario geht vor allem von Anpassungen an den Klimawandel aus und kaum von Maßnahmen zu dessen Reduzierung. Der Schutz der Biodiversität ist untergeordnet und spielt nur bei akuten Problemen eine gewisse Rolle;

(3) **SEDG** („**S**ustainable **E**urope **D**evelopment **G**oal" – „ Nachhaltiges Europa") ist gerichtet auf integrierte ökologische, soziale, institutionelle und ökonomische Nachhaltigkeit.

Die Anwendung der ALARM-Szenarien

Die Risikoabschätzung des Klimawandels auf die Biodiversität beginnt mit der mathematischen Modellierung der Einflüsse der einzelnen Klimafaktoren wie Temperatur, Niederschlag, Frost oder Trockenheit auf die einzelnen Komponenenten der Biodiversität. Das Klima kann den Stoffwechsel oder das Verhalten einzelner Individuen und somit auch die Überlebensfähigkeit einzelner Populationen beeinflussen. Es kann auch die räumliche und zeitliche Verbreitung einzelner Arten und dadurch auch die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften und wichtige Ökosystemfunktionen bestimmen (Parmesan 2006). All diese Zusammenhänge können mathematisch erfasst werden und mit Hilfe der Szenarien dann in die Zukunft projiziert werden, wobei entsprechend der unterschiedlichen Szenarien und dazugehörenden „storylines" unterschiedliche Risiken aber auch unterschiedliche Handlungsoptionen aufgezeigt werden können.

Die Ergebnisse aus dem ALARM-Projekt haben nun gezeigt, dass so unterschiedliche Organismen wie Pflanzen (Thuiller et al. 2005), Reptilien und Amphibien (Araújo et al. 2006), Vögel (Virkkala et al. 2008) oder Tagfalter (Settele et al. 2008) ganz erheblich unter dem zu erwartenden Klimawandel leiden werden, indem die klimatischen Bedingungen in ihrem momentanen Verbreitungsgebiet untragbar werden und neue günstige Gebiete oft nicht in gegebener Zeit erreicht werden können. Hinzu kommt, dass gestörte biotische Interaktionen, wie zum Beispiel eines Falters mit seiner Raupenfutterpflanze (Schweiger et al. 2008, Schweiger et al. 2011) oder einer Biene mit ihrer Pollenquelle (Schweiger et al. 2010), solche Effekte noch verschlimmern können. Allerdings zeigten Unterschiede in den jeweiligen Szenarien auch, dass es noch beträchtlichen Handlungsspielraum für eine Abschwächung der Folgen des Klimawandels gibt und dass das SEDG-Szenario die geringsten und das GRAS-Szenario die gravierendsten Folgen nach sich ziehen wird.

Zitierte Literatur

- Araújo, M. B., W. Thuiller, and R. G. Pearson. 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography 33:1712-1728.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 37:637-669.
- Schweiger, O., J. C. Biesmeijer, R. Bommarco, T. Hickler, P. E. Hulme, S. Klotz, I. Kühn, M. Moora, A. Nielsen, R. Ohlemuller, T. Petanidou, S. G. Potts, P. Pyšek, J. C. Stout, M. T. Sykes, T. Tscheulin, M. Vila, G. R. Walther, C. Westphal, M. Winter, M. Zobel, and J. Settele. 2010. Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. Biological Reviews 85:777-795.
- Schweiger, O., R. K. Heikkinen, A. Harpke, T. Hickler, S. Klotz, O. Kudrna, I. Kühn, J. Pöyry, and J. Settele. 2011. Increasing range mismatching of interacting species under global change is related to their ecological characteristics. Global Ecology and Biogeography in press.
- Schweiger, O., J. Settele, O. Kudrna, S. Klotz, and I. Kühn. 2008. Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. Ecology 89:3472-3479.
- Settele, J., V. Hammen, P. Hulme, U. Karlson, S. Klotz, M. Kotarac, W. Kunin, G. Marion, M. O'Connor, T. Petanidou, K. Peterson, S. Potts, H. Pritchard, P. Pyšek, M. Rounsevell, J. Spangenberg, I. Steffan-Dewenter, M. Sykes, M. Vighi, M. Zobel, and I. Kühn. 2005. ALARM: Assessing LArge-scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods. Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society 14:69-72.
- Settele, J., O. Kudrna, A. Harpke, I. Kühn, C. van Swaay, R. Verovnik, M. Warren, M. Wiemers, J. Hanspach, T. Hickler, E. Kühn, I. van Halder, K. Veling, A. Vleigenhart, I. Wynhoff, and O. Schweiger. 2008. Climatic risk atlas of European butterflies. BioRisk 1:1-710.
- Settele, J., L. Penev, T. Georgiev, R. Grabaum, V. Grobelnik, V. Hammen, S. Klotz, M. Kotarac, and I. Kühn. 2010. Atlas of biodiversity risk. Pensoft Publishers, Sofia, Moscow.
- Spangenberg, J., T. R. Carter, S. Fronzek, J. A. G. Jaeger, K. Jylhä, I. Kühn, I. Omann, A. Paul, I. Reginster, M. Rounsevell, O. Schweiger, A. Stocker, M. T. Sykes, and J. Settele. 2011. Scenarios for investigating risks to biodiversity. Global Ecology and Biogeography, in press.
- Thuiller, W., S. Lavorel, M. B. Araújo, M. T. Sykes, and I. C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102:8245-8250.
- Virkkala, R., R. K. Heikkinen, N. Leikola, and M. Luoto. 2008. Projected large-scale range reductions of northern-boreal land bird species due to climate change. Biological Conservation 141:1343-1353.

Kontaktadressen

Dr. Oliver Schweiger
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Biozönoseforschung
Theodor-Lieser-Straße 4
06120 Halle
oliver.schweiger@ufz.de

PD Dr. Josef Settele
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Biozönoseforschung
Theodor-Lieser-Straße 4
06120 Halle
josef.settele@ufz.de

4
7
8
12
17
24

aszek lazurek (2 samica, 3 samiec); 4 cytrynek; 5 zmierzchnica trupia główka; 6 admirał; 7 8 pawica grabówka (7 samica, 10 niedźwiedziówka nożówka; 11 mieniak strużnik; 12 przeziorka mięczanka; 13 czerwończyk dukacik; 14 motyl rajski *Schoenbergia* (15 pokolenie letnie, 16 pokolenie wiosenne); 17 krzyżówka malachitówka, *Calotaenia celsia*; 18 przezierka złotopaska, *Pyrausta* ny (19 forma typowa, 20 forma *Zygaena ephialtes* morphe *peucedani*; 21 niekreślarka wierzbówka; *Earias chlorana*; 22 zmrocznik wej; 24 zwójka zieloneczka; 25 ornacznica spżarnianka, *Pyralis farinalis*; 26 wąsatka paskówka, *Adela degeerella*; 27 pokapek nerella; 28 wstęgówka jesionka *Catocala fraxini*

Einfluss von Mensch und Klima auf die Biodiversität – die Lernsoftware PRONAS

Karin Ulbrich

Werden wir auch in dreißig Jahren noch das Tagpfauenauge über die Wiese flattern sehen, gibt es dann noch Laubfrösche, und stehen dann noch die Fichten am Fuße des Brockens?

Die Lernsoftware PRONAS (**PRO**jektionen der **NA**tur für **S**chulen) zeigt, wie Umweltforscher an solche Fragen herangehen. Sie basiert auf aktuellen Forschungsergebnissen zum Einfluss von Klimawandel und Landnutzung auf die Biodiversität. Wichtigste Basis ist das ALARM-Projekt (siehe vorhergehenden Beitrag).

Anliegen

Die Biodiversität ist überlebenswichtig für uns Menschen – dennoch kommt diesem Thema noch immer kein ausreichender Stellenwert in der Bildung zu. In unserer zunehmend von digitalen Medien bestimmten Welt wird die Jugend immer stärker von der Natur entfremdet. Gleichzeitig bietet sich die Chance, viele junge Leute gerade durch das Internet zu erreichen (MPFS 2010, Ulbrich 2009). Diese Chance soll mit PRONAS genutzt werden.

Die biologische Vielfalt ist Grundlage dafür, dass wir Nahrungsmittel, Trinkwasser, Medikamente, Brennstoffe aus der Natur erhalten. Ein anschauliches Beispiel für solche „Ökosystem-Dienstleistungen" ist die Bestäubung der Kultur – und Wildpflanzen durch Bienen, Schmetterlinge und andere Insekten. Ohne die hunderte Wildbienen-Arten sähe unser Frühstückstisch recht öde aus. Es gäbe keine Erdbeermarmelade und kein Pflaumenmus, auch auf saftige Äpfel und viele Kirschsorten müssten wir verzichten. PRONAS beschreibt die Abhängigkeit des Menschen von gut funktionierenden Ökosystemen und ihren „Dienstleistungen", die uns attraktive Lebensräume mit sauberem Wasser, reiner Luft und gesunden Böden garantieren (Ulbrich 2010). Seit einigen Jahrzehnten greift der Mensch massiv in die natürlichen Abläufe ein. Klimawandel und Zerstörung der Lebensräume bedrohen die Vielfalt des Lebens auf der Erde in dramatischem Ausmaß. Zunehmender Flächenverbrauch, Übernutzung von Ressourcen, Emissionen von Treibhausgasen, Verschmutzung, Invasion fremder Arten und steigender Pro-Kopf-Verbrauch sind Ursachen für die zunehmende Gefährdung der biologischen Vielfalt.

In der Lernsoftware PRONAS wird deutlich gemacht, dass solche Eingriffe langfristige Auswirkungen haben. Nachhaltiges Denken erfordert, Jahrzehnte voraus zu denken und die Prozesse von heute auf die Welt von morgen zu projizieren. Dafür sind die im ALARM-Projekt verwendeten Zukunftsszenarien gut geeignet. Sie beschreiben „mögliche künftige Welten", und berücksichtigen dabei ökologische, soziale, ökonomische und politische Aspekte (Spangenberg et al. 2011). Mit Hilfe dieser Szenarien wurden Risikoabschätzungen hinsichtlich des Einflusses des Klimawandels auf die Biodiversität vorgenommen. Für zahlreiche Arten werden die jetzigen Lebensräume schon in wenigen Jahrzehnten zu heiß, zu trocken oder im Winter zu feucht sein. Für Schmetterlinge, Amphibien, Reptilien, Vögel und unzählige Pflanzenarten werden sich die klimatisch geeigneten Areale geographisch verschieben. Für Tausende von Arten wurden solche „Projektionen" im ALARM-Projekt untersucht (Settele et al. 2010).

Die Initiatoren von PRONAS standen vor der Frage, wie ein solcher Fundus an hochaktuellen wissenschaftlichen Ergebnissen für die Bildung von Kindern und Jugendlichen genutzt werden kann.

- Auf welche Weise können „trockene" wissenschaftliche Ergebnisse in einer Lernsoftware anschaulich präsentiert werden?
- Können die überwiegend „negativen Nachrichten" aus der Forschung sinnvoll mit einer Motivation zum eigenen Handeln verknüpft werden? Wie können positive Emotionen wie die Leidenschaft und Bewunderung für die Natur genutzt werden, um aktives Engagement und nachhaltiges Handeln zu erreichen (siehe auch Lude 2006)?
- Welche Auswahl aus dem großen Fundus von Ergebnissen soll getroffen werden?
- Können die Risiken für einheimische Arten in der Lernsoftware wenigstens annähernd wirkungsvoll dargestellt werden wie es mit dem allseits bekannten „Maskottchen" Eisbär Knut gelang?

Im Licht dieser Fragen wurde schnell die oft beschriebene Kluft zwischen Wissenschaft und Bildung spürbar. Ein kompetentes interdisziplinäres Netzwerk musste aufgebaut werden, um eine Brücke zwischen diesen beiden „Welten" zu bauen.

Interdisziplinäres Team

Drei Voraussetzungen wirkten sich förderlich auf die Formierung des Projektteams aus:

(1) Vom UFZ aus wurde das ALARM-Projekt geleitet (Josef Settele). Daher waren die Motivation für ein Bildungsprojekt und der Zugriff auf die Ergebnisse in idealer Weise vorhanden.

(2) Von Seiten der Didaktiker und Lehrer gab es große Bereitschaft zur Mitarbeit. Einerseits ging es um ein interessantes Thema im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung, andererseits ist die Bildungslandschaft in den letzten Jahren wesentlich flexibler, aber auch anspruchsvoller hinsichtlich der Akzeptanz externer Ressourcen geworden. An die Stelle der häufig starren Lehrpläne sind Bildungsstandards getreten, die definieren, welche Kompetenzen die Schüler entwickeln sollen (KMK 2004, 2005a, 2005b, 2005c). Solche Kompetenzen sind Globale Verantwortung, Kritisches Denken, Aneignung fachlicher Kenntnisse, Bewertung komplexer Prozesse und Kommunikation eigener Erkenntnisse.

(3) Die aktuelle Problematik des PRONAS-Projekts fand auch bei den Vertretern von Umweltbildungszentren positives Echo. Sie sahen hier eine gute Möglichkeit, praktisches Naturerleben mit computergestütztem Erwerb von aktuellem Wissen zum Globalen Wandel zu verbinden.

So konnte ein interdisziplinäres Projektteam mit Vertretern aus Forschung, Hochschuldidaktik, Umweltpädagogik und Schule gebildet werden (s. Abb. 1).

Projektpartner sind die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, das Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern, die Historisch-Ökologische Bildungsstätte Papenburg und das Nationalparkhaus Torfhaus sowie das Georg-Cantor-Gymnasium Halle. Im Projektbeirat und im Lehrerbeirat arbeiten erfahrene Hochschulprofessoren und Lehrer sowie Referendare mit.

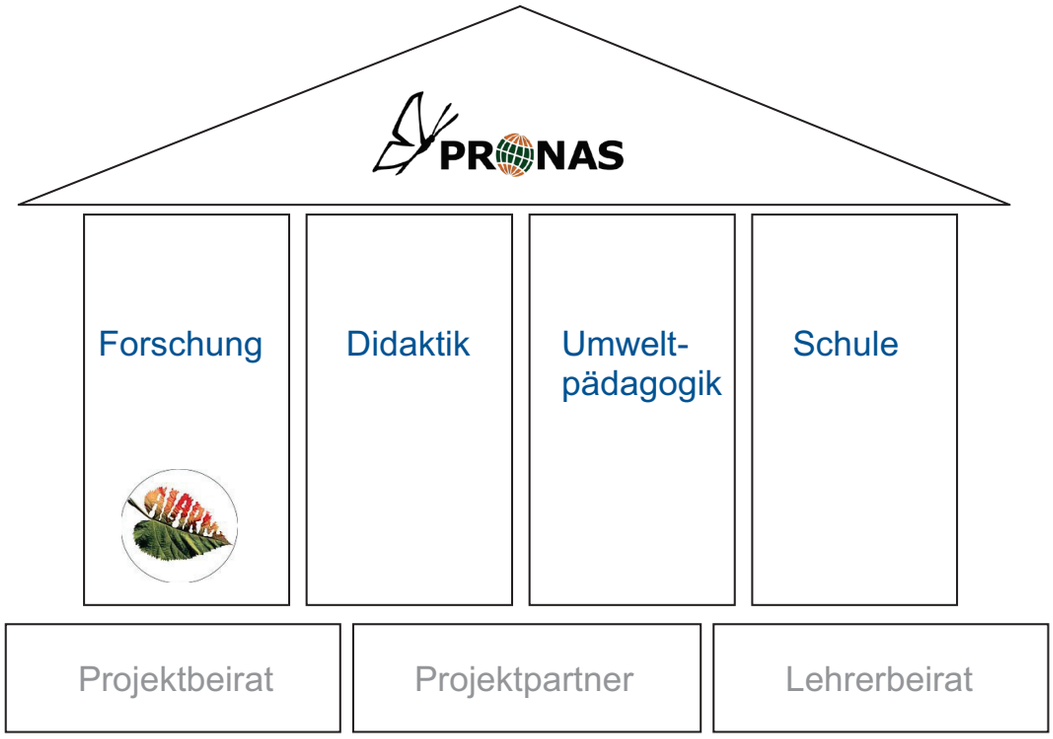


Abbildung 1: Interdisziplinäre Struktur des PRONAS-Teams

Inhalt und Struktur der Lernsoftware

PRONAS richtet sich an 12 bis 19 Jahre alte Schülerinnen und Schüler und an ihre Lehrer. Die Lernsoftware eignet sich vor allem für die Fächer Biologie, Geographie und Ethik, hält aber auch Angebote für die Fächer Informatik, Mathematik, Deutsch und Kunsterziehung sowie für den fächerübergreifenden Unterricht und Projekttage bereit (Ulbrich 2009).

Das Arbeiten mit PRONAS wird in den meisten Fällen vom Lehrer initiiert werden. Dazu geben die vorliegenden Handreichungen konkrete Anregungen. Darüber hinaus können die Schüler individuell mit dem Programm arbeiten - die Lernsoftware ist so aufgebaut, dass die Schüler ihr Wissen selbstständig und für unterschiedliche Schwierigkeitsgrade und Anspruchniveaus konstruieren können. Die Aktualität der präsentierten Ergebnisse, ihre Erarbeitung durch „reale Wissenschaftler" machen die Lernsoftware für viele Lehrer und Schüler besonders attraktiv.

Der auf Zukunftsszenarien basierende Denkansatz ist gut geeignet, dynamisches und kritisches Denken zu fördern und entspricht damit einem Grundanliegen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (Lude 2010). Für die Zielgruppen von PRONAS wurden die ALARM-Szenarien GRAS, BAMBU und SEDG (siehe vorhergehenden Beitrag von Schweiger & Settele) inhaltlich vereinfacht. Ihre Bezeichnungen wurden „übersetzt" in RED, YELLOW und GREEN.

Der Nutzer kann unter vier Zugängen wählen (s. Abb. 2):

„Rahmenhandlung": Die Jugendlichen Tom und Tina unterhalten sich über die Zukunft, Sie fragen danach, ob der Klimawandel Auswirkungen auf die Tiere und Pflanzen in Deutschland und in ganz Europa haben wird. Werden wir im Jahr 2050 den Zitronenfalter und die Erdkröte noch auf unseren Spaziergängen beobachten können, wird es die Fichtenwälder im Hochharz noch geben? Tom und Tina haben interessante Begegnungen mit Wissenschaftlern und begeben sich auf vier spannende Exkursionen. Die in der Rahmenhandlung auftretenden Wissenschaftler werden schließlich als real existierende Personen „entlarvt".

„Wissenschaft" - Sachlicher, informationsbasierter Zugang: Der Einfluss des Klimawandels auf Lebensräume vieler Tier – und Pflanzenarten in Europa wird anhand von geographischen Projektionen beschrieben. Im Abschnitt „Bestäuber" geht es um die Insekten, die unsere Wild – und Kulturpflanzen bestäuben und uns damit die natürlichen Grundlagen für Nahrung, Kleidung und Arzneimitteln sichern. Die Szenarien GREEN, YELLOW und RED beschreiben zukünftige Welten bis zum Jahr 2100, die sich wesentlich in den sozio-ökonomischen Aspekten und daher auch in ihrem Beitrag zum Klimawandel unterscheiden. GREEN steht für eine Welt des nachhaltigen Wirtschaftens und Konsums,

YELLOW beschreibt eine Welt, in der weiterhin auf Umweltschutz geachtet, aber nicht konsequent umgesetzt wird. Das Szenario RED beinhaltet eine wachstums-orientierte Strategie. In Abhängigkeit vom jeweiligen Szenario werden die potentiellen Lebensräume der Arten projektiert, d.h. im europäischen Maßstab aufgezeigt. Diese Projektionen wurden mit der Methode der Klima-Nischen-Modellierung erstellt (Schweiger 2008), die hier anschaulich erläutert wird.

Exkursionen führen in vier unterschiedliche Regionen Deutschlands: In das Voralpenland (Benediktbeuern), in die Porphyrkuppenlandschaft bei Halle an der Saale, ins Emsland bei Papenburg und in den Hochharz (Torfhaus). An den einzelnen Standorten werden ökologische und geographische Themen angesprochen. Es werden Arten „entdeckt", und der Einfluss des Klimawandels auf diese Arten wird hinterfragt. Die virtuellen Exkursionen sind so konzipiert, dass sie problemlos auf den gleichen Routen real nachvollzogen werden können (siehe Beitrag von Linke et al.).

„Artengalerie" – hier können Arten anhand ihrer Bilder ausgewählt werden. Die Steckbriefe informieren über Lebensweise, Ansprüche und mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensräume der Art.

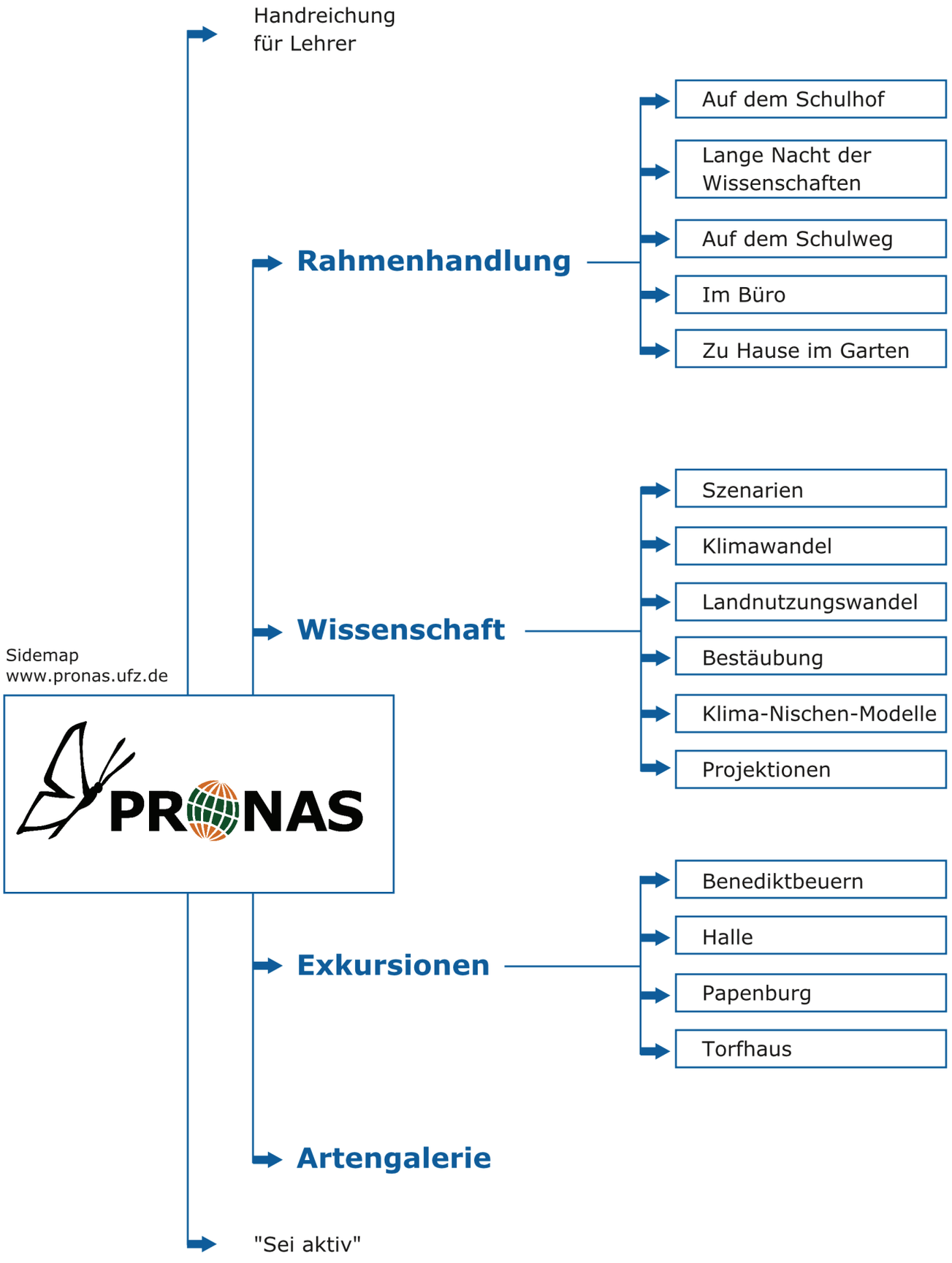


Abbildung 2: Struktur von PRONAS mit den vier Zugängen Rahmenhandlung, Wissenschaft, Exkursionen und Artengalerie.

Auf mehreren Seiten der Software wird zu interaktiven **Simulationen** verlinkt: (1) die Simulation zu Nistverhalten und Populationsdynamik von Wildbienen (Ulbrich 2006), (2) Künftige Lebensräume aller europäischer Tagfalter bis zum Jahr 2100 (Settele et al. 2008), (3) Einfluss der Biotopzerschneidung auf gefährdete Arten am Beispiel der Wildkatze.

Die Aussagen über die teilweise dramatischen Auswirkungen von Klimawandel und Landnutzung auf die Lebensräume der Arten ergeben logischerweise ein überwiegend negatives Bild bei den Schülern. Aufgabe des Abschnitts **„Sei aktiv"** ist es daher, die negativen Emotionen aufzufangen und in eigenes Handeln zu transformieren. In diesem Abschnitt wird das EU-Projekt BEAGLE vorgestellt – ein Mitmach-Projekt zum Baum-Monitoring (www.beagleproject.org). Darüber hinaus werden Anregungen gegeben, wie Nadelbäume hinsichtlich ihres Befalls durch Borkenkäfer untersucht werden können.

Die Lernsoftware wird kostenfrei über das Internet zur Verfügung gestellt. Ein wichtiges Argument für das Internet ist die Erreichbarkeit der Kinder und Jugendlichen: Im Jahr 2010 nutzten 91% der 12 bis 19-Jährigen täglich oder mehrmals in der Woche das Internet, fast jeder zweite arbeitete dabei für die Schule. Im Gegensatz dazu nutzten nur 16% das Internet in der Schule selbst (MPFS 2010). Der kostenfreie Zugang wird es den Schulen erleichtern, die Lernsoftware im Unterricht einzusetzen.

Ausblick

Ab Herbst 2011 wird die Lernsoftware PRONAS jedem Nutzer unter www.pronas.ufz.de frei zur Verfügung stehen. Die Handreichungen werden als Download angeboten und können daher weiter ergänzt und verbessert werden. Kritische Hinweise und Kommentare werden gern entgegen genommen.

Zitierte Literatur

- Kultusministerkonferenz (2004). Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie. Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz (2005a). Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Geographie. Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz (2005b). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz (2005c). Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Luchterhand.
- Lude A. (2006): Natur erfahren und für die Umwelt handeln – zur Wirkung von Umweltbildung. NNA-Berichte 19/2: 18-33
- Lude, A. (2010): The spirit of teaching ESD – Biodiversity in educational projects. In K. Ulbrich, J. Settele & F. F. Benedict (Eds.): Biodiversity in Education for Sustainable Development – Reflection on School-Research Cooperation (pp. 17-29). Sofia, Moscow: Pensoft.
- MPFS (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest; 2010) JIM-Studie. http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf10/JIM2010.pdf
- Schweiger, O., J. Settele, O. Kudrna, S. Klotz, and I. Kühn. (2009). Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. Ecology 89:3472-3479.
- Settele J, Penev L, Georgiev T, Grabaum R, Grobelnik V, Hammen V, Klotz S, Kotarac M, Kühn I (eds., 2010). Atlas of Biodiversity Risk. Pensoft, Sofia, Moscow, 280pp.
- Settele, J., O. Kudrna, A. Harpke, I. Kühn, C. van Swaay, R. Verovnik, M. Warren, M. Wiemers, J. Hanspach, T. Hickler, E. Kühn, I. van Halder, K. Veling, A. Vleigenhart, I. Wynhoff, and O. Schweiger. (2008). Climatic risk atlas of European butterflies. BioRisk 1:1-710.
- Spangenberg, J., T. R. Carter, S. Fronzek, J. A. G. Jaeger, K. Jylhä, I. Kühn, I. Omann, A. Paul, I. Reginster, M. Rounsevell, O. Schweiger, A. Stocker, M. T. Sykes, and J. Settele. (2011). Scenarios for investigating risks to biodiversity. Global Ecology and Biogeography, in press.
- Ulbrich, K. (2006). Virtuelle Wildbiene im Netz. – Biologie in unserer Zeit, 36, 11
- Ulbrich K., Settele J. (2009). Computersimulationen und Schutz der biologischen Vielfalt verbinden. In: Brickwedde F., Bittner A.(Hrsg.) Kindheit und Jugend im Wandel! Umweltbildung im Wandel? Erich Schmidt Verlag Berlin: 443 - 450
- Ulbrich, K. (2010): The internet software PRONAS – from ALARM to education. In Ulbrich, K., Settele J. & Benedict, F. F. (Eds.): Biodiversity in Education for Sustainable Development – Reflection on School-Research Cooperation (pp. 17-29). Sofia, Moscow: Pensoft.

Kontaktadresse:
Dr. Karin Ulbrich
Helmholtzzentrum für Umweltforschung GmbH
Department Biozönoseforschung
Theodor-Lieserstr. 4
06120 Halle
karin.ulbrich@ufz.de

PRONAS im Unterricht – die Methode der realen und virtuellen Exkursion

Anne-Kathrin Lindau

Die Lernsoftware PRONAS bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Unterricht, da das interdisziplinär angelegte Projekt das Einbeziehen von unterschiedlichen Unterrichtsfächern realisiert. Dies beweisen auch die zahlreichen Bezüge zu den Nationalen Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss sowie zu den Lehrplänen der einzelnen Bundesländer. Hierbei sei besonders auf die Fächer Biologie und Geographie verwiesen (DGFG 2010, KMK 2004).

Weiterhin setzt PRONAS die aktuellen Anforderungen an eine moderne Lernsoftware um, indem besonders der Aspekt der Bildung für nachhaltige Entwicklung (vgl. Beitrag von A. Lude) berücksichtigt wird. In diesem Zusammenhang kann besonders das für die gymnasiale Oberstufe geforderte wissenschaftspropädeutische Arbeiten realisiert werden, da die Konfrontation der Schüler mit originären Ergebnissen aus der Forschung erfolgt. Gleichzeitig sind diese Ergebnisse für die Zielgruppe schülerorientiert reduziert und strukturiert , so dass sie für den Einsatz im Unterricht geeignet sind. Dabei spielt das exemplarische Prinzip eine besondere Rolle, da aus der Vielfalt der Forschungsergebnisse stellvertretend Phänomene (z. B. Veränderung der Artenverbreitung) gewählt wurden, die eine Übertragung auf ähnliche Erscheinungen erlauben und damit eine Regelhaftigkeit und Gesetzmäßigkeit erkennen lassen.

Für die Umsetzung der Forschungsergebnisse aus ALARM in PRONAS als Lernsoftware wurde eine moderne interaktive Lernumgebung geschaffen und damit der Anschluss an ein von hoher Lebensbedeutsamkeit geprägtes Medium - das Internet - gewährleistet.

Für den Unterrichtseinsatz sind in PRONAS moderne Methoden der Interaktion eingebunden worden, hierbei sei besonders auf die Integration von Szenarien, Projektionen und die virtuellen Exkursionen verwiesen. Die einzelnen Rubriken der PRONAS-Lernsoftware nehmen in der Regel einen Zeitumfang von 45-90 Minuten ein, so dass eine zielgerichtete Bearbeitung und Auswertung innerhalb des regulären Unterrichts erfolgen kann. In diesem Zusammenhang wird auf die besondere Rolle der Exkursionen verwiesen, die im Anschluss noch genauer erläutert werden.

Reale und Virtuelle Exkursion

Die Exkursion stellt eine sehr wichtige Methode innerhalb des schulischen Unterrichts dar, die aufgrund ihrer originären Begegnung mit der

Realität sehr viele Vorteile beinhaltet. Als Exkursion (lat. excurrere = herauslaufen) wird eine Aktionsform des Unterrichts mit dem Ziel der realen Begegnung mit der räumlichen Wirklichkeit außerhalb des Klassenzimmers bezeichnet. Ziel der Exkursion ist es, eine direkte Erfassung von Phänomenen, Strukturen, Funktionen und Prozessen an einem Untersuchungsort zu ermöglichen (Rinschede 1997).

Die Vorteile der Exkursion sind sehr vielfältig:

- **Realitätsorientierung:** Begegnung mit der Realität und dem Original, Bezug zur alltäglichen Lebenswelt der Schüler, Möglichkeit der Analyse des Nahraums, direktes Auseinandersetzen mit der komplexen Umwelt
- **Handlungsorientierung:** praktische Erfahrungen der Schüler, selbständiges, ausgewogenes und überlegtes Handeln der Schüler
- **Ganzheitliches Lernen:** Entdeckendes Lernen durch den Einsatz aller Sinne (Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen), „Lernen mit Kopf, Herz und Hand"
- **Schülerorientiertes Lernen:** neben der kognitiven Ebene auch methodisches, emotionales und soziales Lernen (Schüler als aktiver Teilnehmer des Unterrichts, Lehrer im Hintergrund, Lehrer als Berater)
- **Exkursion fördert integratives Arbeiten:** fächerübergreifender Unterricht, Verkehrserziehung, Umweltbildung
- **Wissenschaftspropädeutik (Wissenschaftsorientierung):** Wissenschaftliches Arbeiten in der Praxis während der Exkursion (Anwenden von Arbeitsmethoden) und theoretisch während der Vorbereitungs - und Auswertungsphase (Präsentation der Ergebnisse)
- **Exkursion als Form des offenen Unterrichts,** Lernweg im Vordergrund
- **hohe Motivation** gegenüber herkömmlichen Unterrichtsformen aufgrund der Abwechslung, Schaffung neuer Lernsituationen und neuer Lösungsansätze von Problemstellungen
- **alle Schüler sind tätig:** Suchen, Finden und Begreifen von Wirklichkeit in Originalität und Authentizität durch selbständiges, selbsttätiges, eigenverantwortliches und zielgerichtetes Handeln
- **Stärken des Selbstvertrauens und Selbstbewusstsein:** durch selbständiges und verantwortungsbewusstes Arbeiten (Auftrag der Schule „Erziehung zum mündige Bürger")
- **Schulung der Teamfähigkeit:** Förderung der Kooperationsfähigkeit und -bereitschaft durch unterschiedlichste Sozialformen während der Exkursion (soziales und emotionales Lernen)
- **Förderung der Individualität (Individualisierung des Lernens):** durch Freiräume in der Bearbeitung von Problemen während der Exkursion größere Freiheiten im Entwickeln des persönlichen Arbeitsstils, durch Selbsttätigkeit langfristiger Erkenntnisgewinnung (Haubrich 2006, Hemmer u. Uphues 2006, Rinschede 2009, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung 1995)

Virtuelle Exkursion

Neben der Realexkursion bietet die virtuelle Exkursion in Form einer multimedialen Lehr- und Lernumgebung eine weitere Möglichkeit interessante Räume zu erkunden (Lindau – unveröff.). Als Lehr- und Lernumgebungen wird die Summe aller Faktoren, die das Lernen beeinflussen, bezeichnet. Hierbei sind die geplanten, entwickelten und zur Verfügung stehenden Elemente, die (virtuellen) räumlichen und personalen Rahmenbedingungen gemeint. Eine virtuelle Exkursion kann selbstverständlich eine Realexkursion nicht ersetzen, jedoch ermöglicht das multimediale Erkunden das Entdecken von Räumen, die sich nicht unmittelbar vor Ort aufgrund der großen organisatorischen Aufwendungen von Realexkursionen umsetzen lassen. Das Erkunden von räumlich fernen Orten wird durch das multimediale Darstellen von Strukturen, Funktionen, Prozessen und Systemen im Klassenzimmer gewährleistet.

Weitere Vorteile gegenüber der Realexkursion ist die didaktisch strukturierte und reduzierte Aufbereitung der fachlichen Inhalte, die zielgruppenspezifisch und schülerorientiert präsentiert werden. Durch die Integration unterschiedlicher Medien zu einem Medienverbund in Form einer virtuellen Exkursion ist es möglich, Bilder, Filme, Simulationen, Texte, Karten, interaktive Tests u. a. zu kombinieren. Dadurch ist es möglich, auch Ökosysteme in ihrer Komplexität zu „beobachten", was in der Realität nicht ohne weiteres aufgrund der räumlichen und zeitlichen Dimensionen möglich ist. Komplexere Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge können während einer realen Exkursion nur zum Teil wahrgenommen werden, hier kann eine virtuelle Exkursion eine sinnvolle Alternative sein.

Kombination von realer und virtueller Exkursion

Generell gibt es drei Grundformen der Kombination beider Exkursionsformen:

1. Einsatz der virtuellen Exkursion vor der Realexkursion
2. Einsatz der virtuellen Exkursion während der Realexkursion
3. Einsatz der virtuellen Exkursion nach der Realexkursion.

Die Kombination von realer und virtueller Exkursion ermöglicht es, die Vorteile beider Methoden sinnvoll zu ergänzen. Dadurch können einerseits die Grenzen der Realexkursion hinsichtlich der kaum verwirklichbaren komplexen systemaren Wahrnehmung im Gelände durch den gezielten Einsatz der virtuellen Exkursion als Medienverbund gemindert werden, andererseits kann eine virtuelle Exkursion durch die reale Begegnung optimal ergänzt werden, um die sozialen und emotionalen Bereiche ebenso zu fördern.

Zitierte Literatur

- DGFG (2010): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss. 6. Aufl. Bonn.
- Haubrich, H. (2007): Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie - konkret. 2. Aufl. München.
- HEMMER, M. und R. UPHUES (2006): Geographische Schülerexkursionen in Berlin - Theoretische Grundlagen, Skizzierung und Ergebnisse eines Studienprojekts. In: Hennings, W. u.a. (Hg.): Exkursionsdidaktik - innovativ!?.
- KMK (2004): Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Biologie. München, Neuwied.
- Rinschede, G. (2009): Geographiedidaktik. 3. Aufl. Stuttgart.
- Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung (Hrsg.) (1995): Handreichungen zur Exkursionsdidaktik. München.

Kontaktadresse:

Dr. Anne-Kathrin Lindau
Didaktik der Geographie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Von-Seckendorff-Platz 4
06120 Halle
anne.lindau@geo.uni-halle.de

Die Exkursionen in PRONAS

Mensch & Moor in Zeiten von Klimawandel und „Sustainable Development" – eine Exkursion durch die Loisach-Kochelsee-Moore bei Benediktbeuern

Doris Linke,
Martin Placke,
Jens Halves,
Sebastian Körnig

Die Loisach-Kochelsee-Moore sind eines der größten Moorgebiete Bayerns. Die ursprünglich vergleichsweise intensiv bewirtschafteten Flächen werden entsprechend eines Pflege- und Entwicklungsplanes seit 1996 unter naturschutzfachlichen Gesichtpunkten bewirtschaftet. Unter Federführung des Zentrums für Umwelt und Kultur Benediktbeuern e.V., das 1992 durch die Salesianer Don Boscos gegründet wurde, werden die einst entwässerten Moorflächen renaturiert. Aufgrund seiner artenreichen Flora und Fauna, zu der mehr als 200 Vogelarten, seltene Reptilien, Amphibien, Libellen- und Schmetterlingsarten zählen, ist das 3600 ha umfassende Gebiet von europaweiter Bedeutung. In einem sogenannten Naturlehrgebiet auf den Flächen des Klosters Benediktbeuern können Besucher über verschiedene Beobachtungs- und Erlebnisstationen die Erfolge dieser Renaturierungsmaßnahmen unmittelbar erleben.

Ziel der virtuellen Exkursion für PRONAS ist es, die Bedeutung von Mooren für die Artenvielfalt sowie für den Klimaschutz deutlich zu machen. Zudem soll die wechselseitige Wirkung zwischen menschlicher Nutzung und naturräumlicher Ausstattung früher wie auch heute bewusst werden: Das, was wir Menschen tun, hat direkt wie indirekt Auswirkungen auf unser Umfeld und die Lebewesen darin. Das Kennenlernen der Besonderheiten der Loisach-Kochelsee-Moore soll außerdem Lust dazu machen, die Besonderheiten vor der eigenen Haustüre zu entdecken und sich auf Erkundungstour in der eigenen Heimat zu begeben.

Auf der Exkursion erfahren die Schüler und Schülerinnen:

- was ein Moor ist und wie ein Moor entstehen kann
- welche typischen Tier- und Pflanzenarten in einem Moor vorkommen können
- welche Auswirkungen die Nutzung von Moorflächen auf die vorkommenden Arten hat
- was Moore mit Klimaschutz zu tun haben
- was sie selbst für den Erhalt von Mooren tun können

Das Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern e.V. ist ein Bildungs- und Gästehaus im Maierhof des Klosters Benediktbeuern. Mit seinem Bildungsprogramm für Kinder, Jugendliche und Erwachsene möchte es unter dem Leitbild einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

Wertschätzung gegenüber der Vielfalt des Lebens vermitteln. Auf Klosterlandflächen werden Modellprojekte des Arten- und Biotopschutzes umgesetzt.

Exkursion rund um die Historisch-Ökologische Bildungsstätte Emsland in Papenburg

Das Emsland besteht aus den drei Altkreisen Lingen, Meppen und Aschendorf und ist flächenmäßig größer als das Bundesland Saarland. Ehemalige Moore, die heute landwirtschaftlich genutzt werden, prägen das typische Landschaftsbild. Zahlreiche Gewässer machten die wirtschaftliche Nutzung - zum Beispiel für den Schiffbau - erst möglich.

Ziel der virtuellen Exkursion für PRONAS ist es, die Charakteristika der Fehn- oder Moorkolonie Papenburg mit den dazu gehörigen Lebensräumen Wiese, Hochmoor und (Erlebnis)garten näher kennen zu lernen.

Bewusst wurden Lebensräume oder „Ökosysteme" vor der Haustür (der HÖB) gewählt, um so manche Überraschung in der heimischen Natur zu lüften. So sind die zahlreichen Blütenpflanzenarten direkt auf Insekten als Bestäuber angewiesen, diese spezialisieren sich wiederum auf bestimmte Pflanzenarten.

Konkret erfahren die Schüler auf der Exkursion:

- Was unter einer Fehnkolonie zu verstehen ist
- Wie das Energiesystem der HÖB funktioniert als Grundlage für Nachhaltigkeit
- Charakteristische Beispiele für Flora und Fauna im Erlebnisgarten
- Ökologische Besonderheiten auf einer Wiese
- Besonderheiten des Ökosystems Hochmoor

Die Historisch-Ökologische Bildungsstätte ist eine Erwachsenenbildungsstätte mit dem Schwerpunkt Ökologische Bildung. Sie ist teilweise aus recycelten Materialien erbaut und als Niedrigenergiehaus angelegt. Das Energiekonzept und die angebotene Nahrung aus ökologischem Anbau machen eine nachhaltige Lebensweise für die teilnehmenden Schüler direkt erfahrbar.

Porphyrkuppenlandschaft an der Saale

Die Porphyrkuppenlandschaft an der Saale bei Halle, auch Brachwitzer Alpen genannt, erstreckt sich auf dem östlichen Saaleufer zwischen dem Ortsteil Franzigmark bis zur Ortschaft Brachwitz. Sie gehört damit zum Naturpark „Unteres Saaletal" und umfasst verschiedene geschützte Landschaftsbereiche wie kleinere Naturschutzgebiete oder geschützte Biotope. Zusammen mit den an die Porphyrkuppen

angrenzenden Offenlandschaften und Auwaldresten wird dieses Gebiet auch „Franzigmark“ genannt. Ein Großteil dieser Fläche diente bis zum Jahr 2005 der Bundeswehr als Truppenübungsplatz. Auf die landwirtschaftliche Nutzung vor der militärischen deuten noch heute alte Obstgehölzanpflanzungen hin.

Die abwechslungsreiche Landschaft umfasst viele verschiedene Biotope, sodass die gesamte Franzigmark über einen großen Artenreichtum verfügt. Mehr als 90 Tier- und Pflanzenarten der Roten Liste Deutschlands wurden bisher nachgewiesen. Lebensräume wie Trockenrasen, Hecken, Feldgehölze und Obstwiesen finden sich neben Schilfflächen, Weihern und Fließgewässern. Ein Altarm der Saale liegt in unmittelbarer Nähe.

Durch diese Vielfalt ist die Franzigmark ein ausgezeichnetes Gebiet für ökologische Freilandarbeit und Gegenstand verschiedener Exkursionen der Ökologieschule Halle-Franzigmark.

Beginnend mit der Grundschule, in der erlebnisorientiert Tiere und Pflanzen verschiedener Ökosysteme (z.B. Tiere und Pflanzen der Wiese oder eines Gewässers) untersucht werden, soll die Arbeit in der Mittelstufe schon auf die komplexeren Strukturen in Ökosystemen hinführen, indem neben den Organismen mit einfachen Mitteln abiotische Faktoren an einzelnen Standorten erfasst und ausgewertet werden. Weiterhin werden systematische Exkursionen bzw. Praktika

angeboten, so zu den Themen „Wirbellose Tiere", „Nadelgehölze" oder „Pflanzenfamilien". Aber auch Winterexkursionen mit Spurensuche (möglichst im Schnee) können durchgeführt werden.

Für die Oberstufe werden bestimmte Ökosysteme (Bach, Weiher, Wald) entsprechend der Lehrplaninhalte der einzelnen Schulformen gezielt ausgewählt und untersucht bzw. verglichen (Ökosystemvergleich Trockenrasen – Feldgehölz – Wiese).

Die virtuelle Exkursion durch die Porphyrkuppenlandschaft bei Halle streift viele dieser Gebiete und gibt einen Einblick in die Vielfalt der vorkommenden Flora und Fauna. Gleichzeitig werden einige Arbeitsmethoden der Freilandarbeit mit dem Ziel vorgestellt, bei den Schülerinnen und Schülern Interesse an einer realen Exkursion zu wecken bzw. diese vorzubereiten.

Exkursion im Nationalpark-Besucherzentrum TorfHaus im Harz

Der Nationalpark Harz befindet sich im Oberharz und hat Anteil an den Bundesländern Niedersachsen und Sachsen-Anhalt. Das seit 2004 bestehende Nationalparkhaus Altenau-Torfhaus wurde 2009 im Nationalpark-Besucherzentrum TorfHaus an seinem neuen Standort mit direktem Blick auf den Brocken wiedereröffnet. Neben einer Ausstellung über den Nationalpark Harz ist das Besucherzentrum gleichzeitig Ausgangspunkt für erlebnisreiche Exkursionen in das attraktive nördlichste Mittelgebirge Deutschlands.

Die Bildungsarbeit des Nationalpark-Besucherzentrums TorfHaus umfasst die Ausstellung, das Außengelände des Nationalpark-Besucherzentrums, das durch harztypische Gesteine und einheimische Pflanzen gestaltet wurde, und den „Urwald" mit dem WaldWandelWeg. In dem Projekt des WaldWandelWegs wird der bestehende Fichtenwald sich selbst überlassen, ohne dass der Mensch in das Ökosystem eingreift. So stehen abgestorbene und umgestürzte Baumbestände neben jungem und vielfältigem Grün. Das alles ist Ausdruck der natürlichen Dynamik, die einem ständigen Wandel unterliegt. Die natürliche Dynamik, das Aussamen und Ansiedeln von Wildpflanzen sowie die Besiedelung von eingebrachten Totholzstämmen stehen dabei im Mittelpunkt der Betrachtungen. Die ehemals angepflanzten, eintönigen Forstwälder werden in strukturreiche Mischwälder mit wechselnden Baumarten in unterschiedlichen Altersstufen zurückverwandelt. Innerhalb der PRONAS-Lernsoftware wird besonders der Waldwandel aufgrund von Landnutzungsveränderungen und Klimawandel thematisiert.

Einen weiteren Schwerpunkt der Bildungsarbeit des Nationalpark-Besucherzentrums TorfHaus stellen Führungen und Exkursionen für unterschiedliche Zielgruppen – von Kindern und Jugendlichen bis zu den Senioren. Neben der unmittelbaren Naturbegegnung und dem

Kennenlernen von Tieren und Pflanzen richtet sich der Blick auch auf die Erörterung der Ursachen und Folgen der heutigen Wald- und sonstigen Landschaftsstrukturen. Dabei wird besonders der Frage nach der Verantwortung des Menschen in der natürlichen und anthropogenen Lebenswelt nachgegangen. Neben den Erkundungen der Waldstrukturen stellen die Moore und deren Renaturierung sowie das Grüne Band (Bereich des Grünstreifens der ehemaligen innerdeutschen Grenze) ein wichtiges Bildungsziel, besonders unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit, dar. Mit der Methode der virtuellen Exkursion wird der Besuch des Nationalparks durch den multimedialen Zugang in PRONAS realisiert und ist damit besonders – auch in Kombination mit einer Realexkursion – für den Einsatz im Unterricht geeignet.

Kontaktadressen

Doris Linke
Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern
Zeilerweg 2
D-83671 Benediktbeuern
http://www.zuk-bb.de

Martin Placke
Historisch-Ökologische Bildungsstätte Emsland in Papenburg e.V.
Spillmannsweg 30
26871 Papenburg
http://www.hoeb.de

Sebastian Körnig
Ökoschule im Schulumweltzentrum Halle-Franzigmark
Franzigmark 6
06193 Morl
http://www.franzigmark.de

Jens Halves
Nationalpark-Besucherzentrum TorfHaus
Torfhaus 38 B
38667 Torfhaus
http://www.torfhaus.info/de

Das Thema im Lehrplan

Anne-Kathrin Lindau

PRONAS ist ein interdisziplinär angelegtes Projekt, das vielfältige Möglichkeiten für den Unterrichtseinsatz bietet. Dies wird auch in der Einbindung vieler Unterrichtsfächer bzw. des fächerübergreifenden Ansatzes deutlich, wie das breite Angebot an Lernmodulen beweist. Besonders die Unterrichtsfächer Biologie und Geographie zeigen zahlreiche Verknüpfungspunkte zu PRONAS auf. Aus diesem Grund wurden für diese beiden Fächer die Lehrpläne aller Bundesländer hinsichtlich ihrer thematischen Schwerpunktsetzung analysiert (www.bildungsserver.de). Hierzu wurden die folgenden Stichworte zur Analyse herangezogen:

- Biodiversität
- Nachhaltigkeit
- Ökologie
- Ökosystem
- Umweltpolitik
- Schutzgebiete
- Naturraum
- Lebensraum
- Arten
- Artenvielfalt
- Landnutzung
- Klima/Klimawandel
- Zukunftsszenarien

Es ergab sich folgendes Bild (Anzahl der Nennungen in der Summe der Lehrpläne in Klammern):

Klassen-stufen	Biologie	Geographie
5/6	- Arten, Artenschutz, Lebensräume (5) - Wirbeltiere (2) - Säugetiere (3) - Vögel (3) - Lurche (3) - Kriechtiere (3) - Wirbellose (2) - Wald (1) - Blütenpflanzen (1) - Samenpflanzen (1)	- Landwirtschaft (4) - Umweltschutz (1)
7/8	- Eingriffe des Menschen in den Natur-haushalt und deren Wirkungen (2) - Blütenlose Pflanzen (Moose) (2) - Gliedertiere/ Insekten (Honigbienen) (1) - Ökosystem (1) - Ökosystem Wald (1) - Biodiversität (1) - Biotopschutz/Artenschutz/ Naturschutz (4) - Lebensraum/ Bestandsaufnahme (2)	- Veränderungen von Naturbedingungen durch den Menschen (1) - Raumwandel (1) - Nachhaltigkeit (1)

9/10	- Wald als Ökosystem (5) - Zusammenhänge, Belastbarkeit und Schutz der Ökosysteme/ Lebensräume (6) - Anpassung (1) - Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen (Nachhaltigkeit) (1) - Wiese (2) - Klima/Klimaschutz (1)	- Nachhaltige Raumentwicklung (5) - Syndromkonzept (1) - Kernprobleme des globalen Wandels – u. a. Biodiversität (1) - Zukunftsszenarien (3) - Landschaftspflege - Landwirtschaft (1) - Veränderungen von Landschaften durch anthropogene Einflüsse (5) - Klima/Klimawandel (5)
11/12	- Ökologie und Umweltschutz, Nachhaltigkeit (13) - Erhaltung der Biodiversität (2) - Tier- und Pflanzenarten (2)	- Geoökosysteme/ Landschaftsökologie/(Stadtökologie)/ Landnutzung (14) - Landschaft als System (2) - Syndrome des globalen Wandels (1) - Zukunftsszenarien (1) - Nachhaltigkeit (3) - Klima/Klimawandel (4) - Waldentwicklung/-nutzung (1) - Landnutzung (3)

Die in der Tabelle aufgeführten Themen zeigen das große Potenzial von PRONAS für den Einsatz im Biologie- und Geographieunterricht in allen Jahrgangsstufen. Die Ziffern hinter den Themen kennzeichnen die Summe der konkreten Nennungen in den Lehrplänen der Bundesländer, so bedeutet z. B. „Arten, Artenschutz, Lebensräume (5)", dass in fünf Lehrplänen (5 Bundesländern) dieses Stichwort Erwähnung findet.

Neben den hier benannten Themen ergeben sich selbstverständlich auch Möglichkeiten für einen fächerübergreifenden Unterricht. Über den Biologie- und Geographieunterricht hinaus bieten sich ebenso zur Einbindung von PRONAS der Ethik-, Sozialkunde-, Mathematik-, Informatik-, Deutsch- und Kunstunterricht an.

Kontaktadresse:
Dr. Anne-Kathrin Lindau
Didaktik der Geographie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Von-Seckendorff-Platz 4
06120 Halle
anne.lindau@geo.uni-halle.de

II. Handreichungen

Die Autoren der Lernmodule sind Juliane Adolphi, Wolfgang Eschenhagen, Elke Grunicke, Christina Hörning, Sebastian Körnig, Anne-Kathrin Lindau, Doris Linke, Tim Lodemann, Christina Shelton und Karin Ulbrich.

Inhaltliche Struktur der Lernmodule

Thema	Module	Klassen	Fach	Dauer	Seite
1 Der Einstieg in PRONAS	1.1 PRONAS – ein Softwareprogramm zur Biodiversität	9/10	Biologie	45 min	54
2 Biologische Vielfalt	2.1 Wert der biologischen Vielfalt	9-12	Ethik / Biologie	Projekttag	56
	2.2 Wie können wir die biologische Vielfalt schützen?	7/8	Biologie/ Geographie	45 min	60
3 Klimawandel	3.1 Folgen von Klimaveränderungen und deren Darstellung	9/10	Geographie	45 min	62
	3.2 Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf das Ökosystem Hochharz	9/10	Geographie	90 min	64
4 Die Szenarien	4.1 Wir stellen uns künftige Welten vor	9/10	Biologie	45 min	66
	4.2 In Zukünften denken – die Gegenwart gestalten	9/10	Ethik	90 min	68
	4.3 Grafische Präsentation von Szenarien	9/10	Fächer-übergreifend	1 Tag	74
5 Forschung für die biologische Vielfalt	5.1 Das ALARM-Projekt	9/10	Biologie	45 min	76
	5.2 Klima-Nischen-Modellierung	11/12	Mathematik	90 min	78
6 Arten und ihre Lebensräume	6.1 Der Erdkröte auf der Spur	5/6	Biologie	45 min	80
	6.2 Das Verhalten der Erdkröte	11/12	Biologie	45 min	84
	6.3 Bienenfresser und Wildbienen	7/8	Biologie	1 Tag	86
	6.4 Bestäuber	5/6	Kunst/Biologie	1 Tag	90
	6.5 Die große Brennnessel – eine Schmetterlingsweide	11/12	Biologie	90 min	92
	6.6 Der Schwarzgefleckte Bläuling	9/10	Biologie	45 min	98
	6.7 Klimakonferenz	8-10	Biologie	3-5 Tage	102
7 Ökosysteme	7.1 Vergeich abiotischer Faktoren verschiedener Standorte	9/10	Biologie	3-5 Tage	104
	7.2 Vergeich von Umweltfaktoren verschiedener Standorte	9/10	Biologie	1 Tag	112
	7.3 Ökosystemanalyse nach Ellenberg	11/12	Biologie	1 Tag	120
	7.4 Virtuelle Exkursion Hochharz	8-10	Biologie	2*90 min	124
8 Anpassung von Arten an ihre Umwelt	8.1 Vergleich ausgewählter Pflanzenarten	9/10	Biologie	45 min	130

Thema	Module	Klassen	Fach	Dauer	Seite
9 Veränderung der Landnutzung	9.1 Hecken und Gehölze	9/10	Biologie	45 min	132
	9.2 Biodiversität in Hecken und Gehölzen	11/12	Biologie	90 min	134
	9.3 Landnutzungswandel im Hochharz	9/10	Geographie	90 min	136
10 Interaktionen von Arten	10.1 Natterwurz-Perlmutterfalter und Wiesenknöterich	11-13	Biologie	90 min	138
	10.2 Fichtenborkenkäfer	11/12	Biologie	90 min	142
	10.3 „Schädlinge" und „Nützlinge"	5/6	Biologie	45 min	146
	10.4 Der Große und der Kleine Waldgärtner	9/10	Biologie	90 min	148
11 Exkursionen	11.1 Vergleich der PRONAS-Exkursionen	9/10	Geographie	45 min	150
	11.2 Torfhaus	9/10	Biologie	45 min	152
12 Syndrome des globalen Wandels	12.1 Globaler Wandel und Biodiversität	9-12	Geographie/ Biologie	90 min	154

Nach Klassenstufen geordnete Übersicht über die Lernmodule

Klassen-stufen	Fächer	Lernmodul	Seite
5/6	**Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.1 Der Erdkröte auf der Spur	80
5/6	**Kunst und Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.4 Bestäuber	90
5/6	**Biologie**	10. Interaktionen von Arten 10.3 „Schädlinge" und „Nützlinge"	146
7/8	**Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.3 Bienenfresser und Wildbienen	86
7/ 8	**Biologie/ Geographie**	2. Biologische Vielfalt 2.2 Wie können wir die biologische Vielfalt schützen?	60
8-10	**Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.7 Klimakonferenz	102
9-10	**Biologie**	1. Der Einstieg in PRONAS 1.1 Ein Softwareprogramm zur Biodiversität	54
9-10	**Biologie**	4. Szenarien 4.1 Wir stellen uns künftige Welten vor	66
9-10	**Geographie**	11. Exkursionen 11.1 Vergleich der PRONAS-Exkursionen	150
9-10	**fächerübergreifend**	4. Szenarien 4.3 Grafische Präsentation von Szenarien	74
9-12	**Ethik/Biologie**	2. Biologische Vielfalt 2.1 Wert der biologischen Vielfalt	56
9/10	**Ethik**	4. Szenarien 4.2 In Zukünften denken – die Gegenwart gestalten	68
9/10	**Biologie**	5. Forschung für die biologische Vielfalt 5.1 Das ALARM-Projekt	76
9/10	**Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.6 Der Schwarzgefleckte Bläuling	98
9/10	**Biologie**	7. Ökosysteme 7.1 Vergleich abiotischer Faktoren verschiedener Standorte	104
9/10	**Biologie**	7. Ökosysteme 7.2 Vergleich von Umweltfaktoren verschiedener Standorte	112

Klassen-stufen	Fächer	Lernmodul	Seite
9/10	**Biologie**	9. Veränderung der Landnutzung 9.1 Hecken und Gehölze	132
9/10	**Biologie**	8. Anpassung von Arten an ihre Umwelt 8.1 Vergleich ausgewählter Pflanzenarten	130
9/10	**Biologie**	10. Interaktionen von Arten 10.4 Der Große und der Kleine Waldgärtner	148
9/10	**Biologie**	11 Exkursionen 11.2 Torfhaus	152
9/10	**Geographie**	3. Klimawandel 3.1 Folgen von Klimaveränderungen und ihre Darstellung	62
9/10	**Geographie**	3. Klimawandel 3.2 Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf das Ökosystem Hochharz	64
9/10	**Geographie**	9. Veränderung der Landnutzung 9.3 Landnutzungswandel im Hochharz	136
9-12	**Geographie/ Biologie**	12. Syndrome des globalen Wandels 12.1 Globaler Wandel und Biodiversität	154
11/12	**Biologie**	10. Interaktionen von Arten 10.2 Fichtenborkenkäfer	142
11/12	**Biologie**	9. Veränderung der Landnutzung 9.2 Biodiversität in Hecken und Gehölzen	134
11/12	**Biologie**	7. Ökosysteme 7.3 Ökosystemanalyse nach Ellenberg	120
11/12	**Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.5 Die große Brennnessel – eine Schmetterlingsweide	92
11/12	**Biologie**	6. Arten und ihre Lebensräume 6.2 Das Verhalten der Erdkröte	84
11/12	**Mathematik**	5. Forschung für die biologische Vielfalt 5.2 Klima-Nischen-Modellierung	78
10-12	**Biologie**	10. Interaktionen von Arten 10.1 Natterwurz-Perlmutterfalter und Wiesenknöterich	138

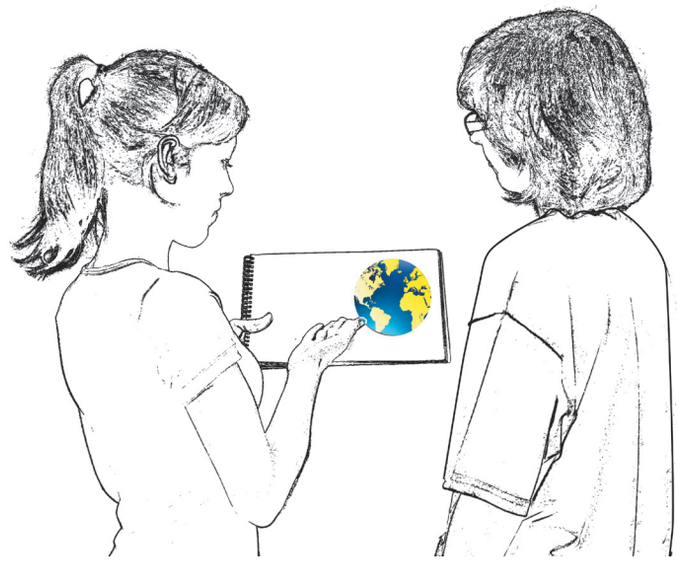
Fach	Biologie, ab Klasse 9
Dauer	45 Minuten
Inhalt	Einstieg in das Thema „Biodiversität“

Modul 1.1 Ein Softwareprogramm zur Biodiversität

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können unterschiedliche Argumente zur Komplexität von gegenwärtigen und zukünftigen Prozessen benennen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Überblick über die Komplexität der gegenwärtigen und zukünftigen globalen ökologischen Prozesse
- problemorientierter Unterricht ausgehend von der Lebenswelt der Schüler
- Computerraum
- Einzelarbeit oder Partnerarbeit

Tipps
- Nutzung der Rahmenhandlung als Einzelarbeit zum Erfassen des Inhalts der Lernsoftware
- Partnerarbeit zur Förderung des Dialogs
- Bearbeitung der Aufgaben der Arbeitsblätter



Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de

Kapitel **Rahmenhandlung; Wissenschaft ⇨ Biodiversität**

1. Der Einstieg in PRONAS
1.1 Ein Softwareprogramm zur Biodiversität

Tom und Tina stellen dir die Lernsoftware PRONAS vor.
Folge den beiden Schülern zunächst durch das Programm
und löse danach die Aufgaben.

1. Tom und Tina stehen vor einigen Problemen.
Notiere die Fragen von Tom und Tina.

.....
.....
.....

2. Können Tom und Tina die Fragen tatsächlich lösen?
Formuliere die Gedanken der beiden Jugendlichen.

.....
.....
.....

3. Sie geraten in einen Meinungsstreit.
Beschreibe die Standpunkte von Tom und Tina.

Tom:

.....
.....

Tina:

.....
.....

4. Hast du einen Standpunkt?
Welchen Standpunkt vertrittst du? Begründe deine Aussagen.

.....
.....
.....

5. Überlege, wie du mit Hilfe von PRONAS deinen Standpunkt
verteidigen kannst.

Sammle mehrere Argumente aus den **Szenarien**. Löse die unterwegs
gestellten Aufgaben zu den Themen Klimawandel, Landnutzung und
biologische Vielfalt!

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Rahmenhandlung; Wissenschaft ⇨ Biodiversität**

Modul 2.1 Wert der biologischen Vielfalt

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Beispiele dafür benennen, wie Natur bewertet werden kann. Sie sind in der Lage zu diskutieren, welche Bedeutung verschiedene Bewertungsansätze – ökologische, ästhetische, ethische und ökonomische – für gesellschaftliche und politische Entscheidungen haben.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf

1. Einstündige Exkursion in Flussaue, Wald oder Wiese (alternativ Video anschauen)
2. Gruppenarbeit
   - Bildung von Gruppen zum
     - Wert von Flüssen und Seen
     - Wert von Insekten (Bestäuber von Natur – und Kulturpflanzen)
     - Wert von Wäldern (weitere sind möglich)
   - Jede Gruppe stellt Material zu ihren „Schutzgütern" zusammen
   - In den Gruppen werden mögliche Wertvorstellungen zu den konkreten Schutzgütern gesammelt
   - Systematisierung der Wertvorstellungen (ökologische, ästhetische, ethische und ökonomische)
3. Biodiversitäts-Konferenz (Plenum)
   - Ein Vertreter jeder Gruppe präsentiert sein Schutzgut und erläutert dessen Wert nach den verschiedenen Aspekten

Tipps

- In Vorbereitung des Projekttages sollten bereits Materialien zusammen getragen werden (Zeitungsausschnitte, Informationen aus dem Internet)
- Eine zusätzliche Gruppe könnte sich mit dem Wert des Autobahnbaus beschäftigen
- Konkreter Bezug zur Problemen der Region wäre sinnvoll (z.B. geplanter Autobahnbau)

1. Ordne die folgenden Aussagen verschiedenen Kategorien von Wertvorstellungen zu (z.B. ökonomisch, ökologisch, ästhetisch, ethisch):

Der weltweite Verlust von Artenvielfalt und Ökosystemen verursacht jährliche Kosten zwischen 2 und 4,5 Mrd. US Dollar. Das entspricht einem Anteil von 3,3 bis 7,5 Prozent der weltweiten Wirtschaftsleistung [1].	
Die Bodenerosion in Europa verursacht Kosten in Höhe von 53 Euro pro Hektar jährlich [1].	
Das Aussterben eines Großteils der nordamerikanischen Bienenschwärme im Jahr 2007 führte zu rund 15 Milliarden US-Dollar Kosten für Produzenten in den USA [1].	
Wegen der extensiven Rodung von Wäldern auf den Philippinen und dem damit einhergehenden Wassermangel kann das regionale Wasserkraftwerk nur noch in Intervallen arbeiten. Das führt zu Produktionseinbußen in der Wirtschaft. [1]	
Die biologische Vielfalt gilt als Basis für viele Wirtschaftszweige. So hängen sowohl Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft davon ab.	
Ob Kürbis oder Kakao, ob Sonnenblume, Erdbeeren, Äpfel oder Kaffee - ohne Bestäubung durch Bienen liefern die Pflanzen weder Früchte noch Samen.	
Der Ertrag von 84 Prozent aller in Europa angebauten Kulturpflanzen hängt direkt von Insektenbestäubung, und dabei insbesondere von den Bienen ab.	
Ein Drittel der Nahrungspflanzen weltweit hängt von der Bestäubung durch Insekten ab. Das entspricht 9,5 Prozent des Wertes der jährlichen Weltagrarproduktion an Lebensmitteln - 153 Milliarden Euro im Jahr 2005 [2].	
Eine halbe Milliarde Menschen hängen in ihrem Lebensunterhalt von den Korallenriffen ab [3].	
Nichteinheimische (invasive) Arten können einen bedeutenden Einfluss auf Gesellschaft und Umwelt haben, da sie neue Krankheiten übertragen können, Ökosystemprozesse verändern, die Biodiversität reduzieren, Kulturlandschaften beeinträchtigen, den Erholungswert der Landschaft und von Wasserflächen mindern können [4].	
Die Artenvielfalt ist eine entscheidende Grundlage für die menschliche Ernährung und Gesundheit.	

[1] http://www.pwc.de/de/biodiversity

[2] Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted to pollinator decline. Ecological Economics 68: 810-821.

[3] TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers 2009. www.teebweb.org

[4] DAISIE (2009) Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht. ISBN 978-1-4020-8279-5

1. Bildet Gruppen, die sich jeweils für ein Thema engagieren:

- Wert von Flüssen und/oder Seen
- Wert von Streuobstwiesen (besonders als Lebensraum für Bestäuber wie Honig- und Wildbienen)
- Wert von Wäldern, weitere Themen

Nennt mindestens ein Beispiel aus eurer Region und formuliert Wertvorstellungen:

Ökologischer Wert

.....
.....
.....

Ästhetischer Wert

.....
.....
.....

Ethischer Wert

.....
.....
.....

Ökonomischer Wert

.....
.....
.....

2. Ihr befindet euch auf einer Biodiversitätskonferenz. Es soll eine Rangliste erstellt werden nach den Werten der einzelnen Flächen, da ein Gewerbegebiet gebaut werden soll.

Zeichnet eine Karte (etwa 5×5 km), auf der die von euch diskutierten Gewässer, Wiesen und Wälder vorhanden sind. Wo soll das Gewerbegebiet (1×1 km) gebaut werden?

Fach	Biologie/Geographie, Klassen 7/8
Dauer	45 Minuten
Inhalt	Einblick in Schutzgebiete in Deutschland sowie Förderung der Artenvielfalt im eigenen Lebensumfeld

Modul 2.2 Wie können wir die biologische Vielfalt schützen?

Kompetenzentwicklung

Die Schülerinnen und Schüler können die verschiedenen Typen der Schutzgebiete in Deutschland benennen. Sie sind in der Lage, eigene Aktivitäten in Hinsicht auf die Erhaltung von Lebensräumen für konkrete Tier- und Pflanzenarten abzuleiten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf

- Einführung in die Instrumente des Naturschutzes am Beispiel der unterschiedlichen Formen von Naturschutzgebieten
- Bezug zu regionalen Themen: Welche Naturschutzgebiete befinden sich bei uns?
- Beispiel Blumenwiese: Interaktion von Bienen und Pflanzen durch Bestäubung
- Nisthilfen und Nahrungspflanzen für Wildbienen im Garten oder auf dem Balkon
- Löwenzahn und Brennnessel sind wichtige Nahrungspflanzen

Tipps

- Interaktive Simulation nutzen – Link auf Standort „Wiese" der Exkursion Papenburg
- Weiterführende Infos auf www.wildbienen.de

2. Biologische Vielfalt
2.2 Wie können wir die biologische Vielfalt schützen?

Auf unserer Erde, sogar direkt vor unserer eigenen Haustür, existiert eine unglaublich große Anzahl verschiedener Arten von Tieren und Pflanzen. Wir Menschen brauchen diese wunderbare Vielfalt, und doch tragen wir dazu bei, dass immer mehr Arten aussterben und dass ihre Lebensräume verschwinden.

1. Ordne die folgenden Schutzgebiete den richtigen Begriffen zu: Nationalpark, Naturpark, Biosphärenreservat, Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet

Typ des Schutzgebietes	Name
Mittlere Elbe	
Harz	
Urwald am Dreisessel	
Osterzgebirge	
Thüringen	

Jede Blumenwiese, jeder Feldrain bieten eine Vielfalt an Pflanzen und Insekten. Honigbienen und Wildbienen fliegen von Blüte zu Blüte. Sie sammeln Nektar und Blütenstaub für sich und ihre Nachkommen. Damit ermöglichen sie gleichzeitig die Fortpflanzung der Blütenpflanzen.

2. Besuche den Standort „Wiese" auf der Exkursion nach Papenburg. Nenne drei Arten von Wildbienen

.....
.....
.....

3. Beschreibe, wie ein bienenfreundlicher Garten aussieht - welche Möglichkeiten zum Nisten und zur Nahrungsaufnahme er den Bienen bietet.

.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus, Papenburg**
Wissenschaft ⇨ Bestäuber

Modul 3.1 Folgen von Klimaveränderungen und deren Darstellung

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können die Besonderheiten der derzeitigen Klimaveränderungen benennen. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Temperaturveränderungen und Szenarien zu erläutern.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Unterrichtseinstieg über Auswirkungen von aktuellen Extremwettererscheinungen (z. B. Zerstörungen durch Wirbelstürme, Hochwasser, Trockenheit)
- wichtig: Perspektivwechsel vom globalen zum regionalen/lokalen Maßstab
- Schwerpunkt: Auswirkungen der Klimaveränderungen hinsichtlich der Veränderungen der Artenvielfalt (räumlich und zeitlich) im europäischen Maßstab (Szenarien)
- möglicherweise Nachstellen unterschiedlicher Szenarien durch Realfotos bezogen auf den Heimatraum

Tipps
- Voraussetzung: Grundkenntnisse zum Klima und Klimaveränderungen
- für Bearbeitung Nutzung unterschiedlicher PRONAS-Seiten nötig
- Ansprache der emotionalen Komponente durch Einsatz von Fotos oder Filmen

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Wissenschaft ⇨ Klimawandel** (Aufgabe 1 und 2)
Wissenschaft ⇨ Szenarien (Aufgabe 3)
Wissenschaft ⇨ Projektionen
oder
Artenkatalog (Aufgabe 4)

Problemstellung
Schlagzeilen, wie „Tornado in Deutschland", „Lange Trockenzeit vernichtet Ernte", „Extreme Hitze im Sommer macht den Menschen gesundheitlich zu schaffen", finden sich immer häufiger in den Nachrichten wieder. Diese Ereignisse werden auch als Folgen des Klimawandels diskutiert. Aber was hat es mit dem sogenannten Klimawandel auf sich?

1. Klimaveränderungen

Klimaveränderungen gab es schon immer auf der Erde, es handelt sich hier um natürliche Schwankungen hinsichtlich der Temperatur und des Niederschlags. Aber der Klimawandel, der sich zur Zeit andeutet, weist Besonderheiten auf. Nenne die Besonderheiten.

.....
.....

2. Umweltveränderungen

Aufgrund der Klimaveränderungen treten weitere Umweltveränderungen auf. Notiere Umweltveränderungen, die im Zusammenhang der Klimaveränderungen zu sehen sind.

.....
.....

3. Szenarien

Jedes Szenario stellt auf der Grundlage bestimmter Temperaturannahmen die Folgen der Klimaveränderungen hinsichtlich der Verbreitung bestimmter Arten dar. Die unterschiedlichen Szenarien werden mit „GREEN", „ YELLOW" und „RED" bezeichnet.

a) Erläutere kurz die Bezeichnung der unterschiedlichen Szenarien:

GREEN: .....
YELLOW: .....
RED: .....

b) Erläutere anhand eines gewählten Szenarios den Zusammenhang zwischen Klima und Landnutzung.

.....
.....

4. Wissenschaftliche Methoden

Um wissenschaftliche Aussagen treffen zu können, werden unterschiedliche Methoden verwendet. Nenne Methoden, die für die Erhebung der Ergebnisse bei PRONAS verwendet wurden.

Fach	Geographie ab Klassen 9/10
Dauer	90 Minuten
Inhalt	Ökosystemare Veränderungen durch Klimaänderung und Landnutzung

Modul 3.2 Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf das Ökosystem Harz

Kompetenzentwicklung:
Die Schülerinnen und Schüler können die Zusammenhänge der Folgen anthropogener Nutzung und Klimaänderungen auf das Ökosystem Bergfichtenwald im Harz erklären.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf

- Räumliche Einordnung des Harzes sowie der Nationalparks
- Absichern der Begriffe Klimaveränderungen und Landnutzung
- Schwerpunkt: Ökosystemare Veränderungen im Wald am Beispiel des Harzes

Tipps
Das Arbeitsblatt ist auch für einen Einsatz in einer 45 Minuten dauernden Unterrichtsstunde geeignet, wenn konkret die PRONAS-Seiten zum Wirkungsgefüge genutzt werden.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Problemstellung
Ökosysteme unterliegen ständigen Veränderungen, die durch Klimaveränderungen und verschiedene Formen der Landnutzung hervorgerufen werden. Da sich natürliche und anthropogene Faktoren gegenseitig bedingen, verändern sich Ökosysteme bis heute.
Am Beispiel des Nationalparks Harz kannst du die Zusammenhänge von Ökosystemen und deren Einflussfaktoren erklären.

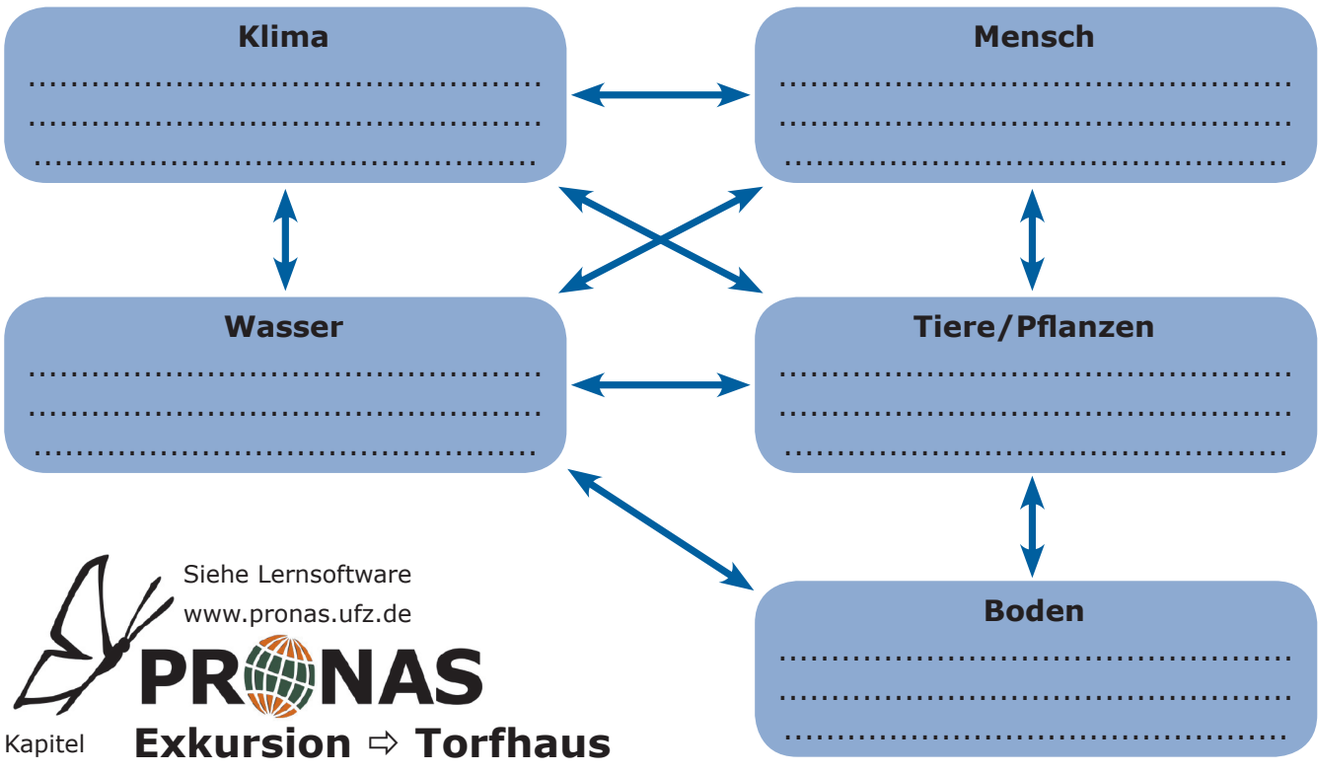
1. Veränderungen im Harz durch Klima und Landnutzung

Nenne Veränderungen, die du auf deiner virtuellen Exkursion im Harz/Torfhaus entdecken kannst.

.....
.....
.....
.....

2. Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf das Ökosysteme Harz

Ergänze die Auswirkungen der einzelnen Faktoren auf das Ökosystem Bergfichtenwald im Harz in dem vorgegebenen Wirkungsgefüge.



Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Fach	Biologie, ab Klasse 9
Dauer	45 Minuten
Inhalt	Einfluss des Menschen auf Ökosysteme

Modul 4.1 Wir stellen uns künftige Welten vor

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf das Ökosystem benennen und bewerten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Herausfinden wesentlicher Einflussfaktoren
- Bewerten ihrer Wirkung auf die biologische Vielfalt
- Unterscheiden der Szenarien mit Hilfe von Computeranimationen
- Diskutieren und Bewerten
- Computerraum, Einzelarbeit oder Partnerarbeit

Tipps
- Vorbereitung des Themas „Biologische Vielfalt"
- Start mit der Rahmenhandlung
- Arbeitsgruppen zu den einzelnen Szenarien bilden

4. Die Szenarien
4.1 Wir stellen uns künftige Welten vor

Im Kapitel **Wissenschaft** wird erklärt, was man unter Szenarien in der Ökologie versteht.

1. Notiere deine Erkenntnisse in Stichpunkten.

.....
.....

2. Finde heraus, wie der Mensch die Ökosysteme beeinflusst. Nenne einige wichtige Faktoren.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Vergleiche die verschiedenen „möglichen Welten". Welchen Stellenwert haben Umwelt und Naturschutz?

.....
.....

4. Welche Chance haben wir, das Szenario RED zu vermeiden? Bereite einen Diskussionsbeitrag vor, in dem du deinen Standpunkt begründest.

.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Wissenschaft ⇨ Szenarien**

Fach	Ethik, Biologie, Geographie, Klassen 9/10
Dauer	90 Minuten
Inhalt	Klimawandel und Zukunftsszenarien

Modul 4.2 In Zukünften denken, die Gegenwart gestalten

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können durch Extrapolation Probleme und Konflikte der Zukunft beschreiben. Sie sind in der Lage, Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit zu erörtern.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Durchführen des Einstiegstests zu den Szenarien, dann Zusammentragen der Ergebnisse im Plenum: Wessen Bild der Zukunft entspricht Szenario RED, YELLOW oder GREEN?
- Beschäftigung der „Expertengruppen" mit je einem Szenario
- Zusammenkommen von Vertretern aller Szenarien in neu gebildeten Gruppen
- Herausarbeiten von Triebkräften (Driver)

Tipps
- Die Schüler arbeiten das Szenario aus, das ihr persönliches Ergebnis des Einstiegstests war
- Arbeitsgruppen zu den einzelnen Szenarien bilden (es müssen alle 3 Gruppen vertreten sein!)
- Vergeben des Zukunftskompass' als Hausaufgabe
- Verknüpfen von Fantasiereise und Handlungsoptionen

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de

Die Expertengruppen

1. Beschäftigt euch mit dem Einstiegstest zu den Szenarien. Welches Szenario ergibt bei euch der Einstiegstest? Bildet anschließend Expertengruppen RED, YELLOW, GREEN – je nachdem, welches Ergebnis der Einstiegstest erbracht hat.

.....
.....

2. In der Lernsoftware gibt es Informationen zu den Szenarien, die erklären, welche politischen und wirtschaftlichen Ziele verfolgt werden, welche Entscheidungen getroffen wurden und welche Folgen sich aus ihnen in den Bereichen Transport, Konsum, Landnutzung, Soziales, Energie und Biodiversität ergeben. Bestimmt, wer sich zu welchem Punkt informiert.

Lest euch in Einzelarbeit die entsprechenden Texte durch und formuliert schriftlich ein oder zwei Aussagen darüber, was euch besonders wichtig erscheint.

.....
.....

3. Erklärt den anderen Gruppenmitgliedern, welche Entscheidungen in eurem Szenario in dem untersuchten Bereich getroffen worden und welche Folgen daraus entstanden sind. Klärt gegebenenfalls Verständnisprobleme und notiert euch die Aussagen der anderen Gruppenmitglieder. Ihr könnt selbst die Form dafür bestimmen.

Möglich wären zum Beispiel eine Tabelle oder eine Mindmap.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Wissenschaft ⇨ Szenarien**

Die neu gebildeten Gruppen
Ihr habt nun Gruppen gebildet, an denen jeweils wenigstens ein Experte für jedes Szenario RED, YELLOW, GREEN teilnimmt.

4. Führt allein oder in Kleingruppen das Spiel "Es gibt immer Alternativen" in der Lernsoftware durch. Ordnet gemeinsam die Bilder, die ihr erhalten habt, den möglichen Entwicklungsalternativen zu. Die Experten erläutern, welche Entwicklungstendenzen es in den jeweiligen Szenarien gibt. Dazu könnt ihr als optische Stütze die Tabelle in der Lernsoftware nutzen.

.....

5. Es gibt immer Alternativen! Lest in der Lernsoftware PRONAS nach, was unter den Fachbegriffen GIVENs und DRIVER zu verstehen ist. Findet heraus, welche GIVENs und DRIVER in den Szenarien eine Rolle spielen werden und tragt eure Ergebnisse in der Tabelle ein.

	GREEN	YELLOW	RED
GIVENs (stehen für den betrachteten Zeitraum fest)			
DRIVER (unterscheiden sich in den Szenarien)			

.....

6. Diskutiert, welche der DRIVER ihr besonders wichtig findet. Verständigt euch auf zwei der Driver, zu denen ihr euch besonders informieren wollt.
Bei der Entwicklung von Szenarien kann man einen sogenannten Zukunftskompass verwenden. Man trägt dafür zwei Driver in eine Art Koordinatensystem ein. Die Achsen stellen dar, wie sich die Driver ausprägen könnten. Da, wo sich die Achsen kreuzen, ist die Gegenwart. An dem Punkt, an dem der Kreis die Achsen schneidet, liegt eine mögliche zukünftige Situation. Tragt die Ausprägungen eurer gewählten Driver in den Zukunftskompass ein. An welcher Stelle würdet ihr die PRONAS-Szenarien RED, YELLOW, GREEN einordnen? Begründet eure Entscheidung.

.....

7. Diskutiert, welche Entwicklung euch am sinnvollsten, wahrscheinlichsten oder am interessantesten erscheint und legt gemeinsam eine Entwicklungsgeschichte fest.

Weitere Hinweise dazu findet ihr auf den PRONAS-Seiten zu der Fantasiereise.

Eine Fantasiereise
Schreibe spontan in Stichpunkten oder Sätzen alle Bilder und Assoziationen, die du während der Fantasiereise hattest, auf. Lass deiner Fantasie freien Lauf! Je detaillierter, desto besser.

Person	Wohnen und Lebensstil
Verhältnis zur Natur	Konsum und Ernährung
Reise/Urlaub	Mobilität/Verkehr

Schreibe eine Geschichte mit Hilfe deiner Notizen. Das Thema ist „Ein Tag im Leben von…". Nutze deine eigene Erfahrung, die Information, die du in der Lernsoftware oder im Internet findest, das Wissen deiner Freunde und Bekannten. Den Stil deiner Geschichte kannst du selbst wählen - vielleicht als allwissender Erzähler, ein Tagebucheintrag, ein Brief, eine E-Mail, ein Gespräch…)

Weitere anregende Fragen zu den Personen: Was bewegt sie/ihn persönlich, was erlebt sie/er gerade im privaten Bereich? Was sind ihre/seine Wünsche und Werte? Wie hat sich die Welt um sie/ihn herum in der Zwischenzeit verändert (Wirtschaft, Umwelt, Energieversorgung, Sozialsysteme oder anderes)? Wie handelt sie/er? Wofür setzt sie/er sich ein?

Fach	fächerübergreifend (Medienkunde, Informatik, Deutsch, Geographie, Biologie, Kunst), Klassen 9/10
Dauer	1 Tag
Inhalt	Wie lässt sich der Einfluss des Menschen auf Ökosysteme visuell darstellen?

Modul 4.3 Grafische Präsentation von Szenarien

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können den Einfluss des Menschen auf Ökosysteme in Wort und Bild interessant kommunizieren.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Projekttag oder 3 x 90 min, Gruppenarbeit
- Präsentation der Arbeitsergebnisse vor der Klasse
- Die besten Arbeitsergebnisse werden als Hausaufgabe reingezeichnet.

Tipps
- Information zur Gestaltung von Titelseiten einer Zeitung: www.die-autoren.de/zeitpunkt.html
- Vorlage des Logos der Zeitung: PNG-Datei in „Ressourcen" in PRONAS
- PC mit Bildbearbeitungsprogramm und Layoutprogramm (Empfohlene Open Source Software: Gimp und Scribus)

4. Die Szenarien
4.3 Grafische Präsentation von Szenarien

Ihr seid Mediengestalter für die Zeitung „Zeitpunkt". Die aktuelle Ausgabe thematisiert den Einfluss von Klimawandel und veränderter Landnutzung auf die Lebensräume unserer Tier- und Pflanzenwelt.

Der Redakteur plant für den neuen Titel, die Welt der Schmetterlinge am Beispiel des Tagpfauenauges (siehe Bild) im Jahr 2100 vorzustellen. Berechnungen und Modelle aus der Forschung sollen grafisch interessant aufgearbeitet werden. Das Tagpfauenauge soll als Sympathieträger dem Leser die Idee von Szenarien veranschaulichen.

Tagpfauenauge

.....
.....

Arbeitsablauf:

1. Recherchiere die Kernaussage der geplanten Titelseite mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS. Verwende die dort gezeigten Projektionen, welche die Lebensräume der Schmetterlinge im europäischen Maßstab zeigen.
2. Skizziere deine Idee für die neue Titelseite.
   Folgende Elemente soll deine Titelseite beinhalten:
   - Titel
   - Leitartikel: Beschreibung der Szenarien GREEN, YELLOW und RED (Recherche in PRONAS)
   - Tagpfauenauge als Blickfänger und Sympathieträger: Web-Recherche (Nachweis von Quellen nicht vergessen), Handzeichnung oder eigene Fotografie
3. Reflexion: Vermittelt deine Skizze die Kernaussage?
4. Erstelle eine Reinzeichnung deiner Skizze.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Wissenschaft ⇨ Szenarien**
Artengalerie ⇨ Steckbriefe

Fach	Biologie, ab Klasse 9
Dauer	45 Minuten
Inhalt	Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Methoden und Modellen

Modul 5.1 Das ALARM-Projekt

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können das wissenschaftliche Forschungsprojekt ALARM in Grundzügen beschreiben. Sie können dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen analysieren sowie die Aussagekraft der Modelle beurteilen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Herausarbeiten von Ursachen für die Gefährdung der biologischen Vielfalt
- Einführung in das ALARM-Projekt
- Szenarien GREEN, YELLOW und RED als „mögliche künftige Welten"
- Schmetterlinge als Indikatoren für die biologische Vielfalt
- Beispiel Tagpfauenauge – welchen Einfluss hat der Klimawandel auf seine Verbreitung?
- Schwerpunkt: Aufgabe 3

Tipps
- Dieses Arbeitsblatt kann in der ersten Stunde zur Einführung von „PRONAS" nach der Erarbeitung der Module 1.1 und 4.1 verwendet werden.
- Es könnte auch ein Wettbewerb in der Klasse initiiert werden, bei dem die Schüler neue Aufgaben entwickeln. Der Artenkatalog bietet dazu sehr gute Beispiele.
- Weiterführende Infos: Homepage des ALARM-Projekts: www.alarmproject.net

5. Risikoforschung für die biologische Vielfalt
5.1 Das ALARM-Projekt

1. Informiere dich in PRONAS über das ALARM-Projekt.
Beantworte folgende Fragen:

A. ALARM: bedeutet
- **a)** Gefahren für die Natur
- **b)** Programm zur Erforschung von Gesundheitsrisiken
- **c)** Abkürzung für *A Large scale Risk assessment for biodiversity with tested Methods* – Titel eines Forschungsprojekts

B. Wann wurde das Projekt gestartet?
- **a)** 2001
- **b)** 2004
- **c)** 2008

C. Welche Ziele verfolgte das Projekt?
- **a)** Risikobewertung der biologischen Vielfalt in Europa
- **b)** Verringerung der Artenvielfalt
- **c)** Untersuchungen zum Klimawechsel

D. Welche der folgenden Arten sind gute Indikatoren für Veränderungen von Lebensräumen?
- **a)** Amseln
- **b)** Schmetterlinge
- **c)** Mäuse

E. Welche Methode wurde von den Wissenschaftlern angewendet, um den Einfluss des Klimawandels auf Lebensräume zu untersuchen?
- **a)** Klima-Nischen-Modellierung
- **b)** Verweilzeitanalyse
- **c)** Freilandkartierungen

2. Suche aus dem ***Artenkatalog*** das Tagpfauenauge heraus. Welche Prognosen des Überlebens kannst du für diesen Schmetterling für das Jahr 2100 treffen? In welchem Szenario gehen dieser Art die meisten Lebensräume verloren. Kann das verhindert werden?

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Wissenschaft ⇨ ALARM-Projekt**
Artengalerie ⇨ Steckbriefe

Fach	Mathematik/Biologie, Klassen 11/12
Dauer	90 Minuten
Inhalt	Visuelle Darstellung von Modellen

Modul 5.2 Klima-Nischen-Modellierung

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Modelle zur Veranschaulichung von Struktur und Funktion von „Klima-Nischen" anwenden und dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe dieser Modellvorstellungen erklären.

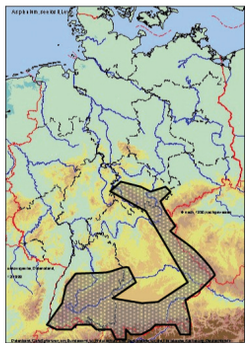
Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Modelle als vereinfachte Abbilder komplexer Systeme
- Gruppenarbeit: Beispiele für Modelle
- Vereinfachung des „Klimas" zu einem Set aus 6 Parametern
- Beispiel: Die Lebensräume eines Schmetterlings und seiner Nahrungspflanze driften auseinander. Je eine Gruppe beschäftigt sich jeweils entweder mit dem Falter oder der Pflanze, dann Auswertung in der Klasse.

Tipps
- Nutzung der Arbeitsblätter des Moduls 10.1 „Natterwurz-Perlmutterfalter und Wiesenknöterich"

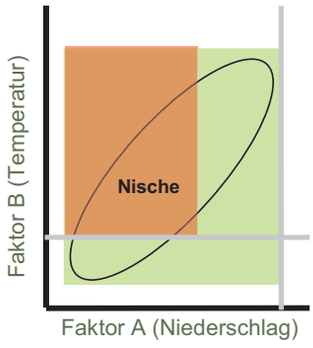
Mit der Klima-Nischen-Modellierung werden die bioklimatischen Räume für Tier – und Pflanzenarten für die Gegenwart ermittelt (ein Beispiel ist die Datenbank FLORKART mit der Kartierung von 3600 Pflanzen). Mit Hilfe von Klima-Modellen können dann für verschiedene Szenarien mögliche künftige Verbreitungsareale abgeschätzt werden. Das Kartierungsgebiet wird dazu in Grundfelder (Rasterzellen) eingeteilt, die z.B. durch 10 Gradminuten Länge und 6 Gradminuten Breite begrenzt sind (das entspricht ca. 11x12km²). Für jede Gitterzelle wird ein Set aus Parametern ermittelt (z.B. Mitteltemperatur, Anzahl Frosttage, Dauer der Vegetationsperiode, Niederschlagsumme, Bewölkung, Wasserverfügbarkeit). Die Modelle beschreiben keine kausalen Zusammenhänge sondern ermitteln Korrelationen, also statistische Beziehungen zwischen den Parametern.

1. Ordnen Sie die folgenden Bilder ihrer logischen Reihenfolge nach.

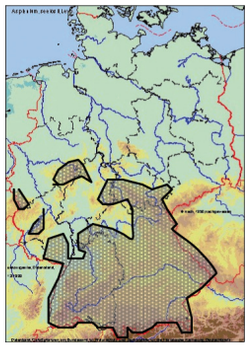
a) Szenario



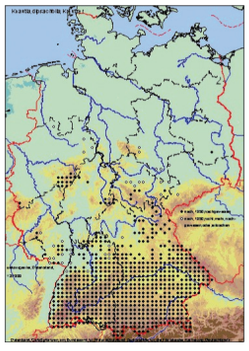
b) Modell der Nische



c) Bioklimatischer Raum



d) Verbreitungsdaten der Arten



2. Vergleichen Sie die Verbreitungsareale des Dukatenfeuerfalters für die Szenarien GREEN, YELLOW und RED jeweils für die Jahre 2050 und 2080. Welcher Anteil des bioklimatischen Raumes geht jeweils verloren?

Modul 6.1 Der Erdkröte auf der Spur

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können am Beispiel der Erdkröte Verhaltensweisen von Amphibien beschreiben. Sie sind in der Lage, die Anpassung der Art an ihren Lebensraum zu erläutern und Verständnis für den Naturschutz zu entwickeln.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Individuelle Arbeit mit der virtuellen Exkursion Papenburg
- Ausfüllen des Arbeitsblatts
- Auswertung der Ergebnisse und Diskussion im Plenum

Tipps
- Gruppenwettbewerb: Wer kann heimische Amphibien benennen
- Grundlagen des Amphibienschutzes am Beispiel von Krötenzäunen in der Region

6. Arten und ihre Lebensräume
6.1 Der Erdkröte auf der Spur (1)

Auf vielen Exkursionen kann man besonders an schattigen Stellen die Erdkröte antreffen. Auch wenn viele Leute sie nicht besonders hübsch finden, ist es doch sehr interessant ihre Verhaltensweisen (z. B. den Beutefang) über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Es wird angenommen, dass der Beuteerwerb ein angeborenes Programm ist.

N Verlassen des Verstecks, Wartestellung	**I** Erkennen von Beuteobjekt passender Form und Größe	**I** Nährstoffmangel im Blut, „Hunger", Dämmerung, Temperatur über 11°C
N Beidäugiges Fixieren und Zuschnappen		**T** Orientiertes Sich-Zuwenden oder Anschleichen
T Schlucken, Maulwischen	**S** Wahrnehmung von Beutereizen	**K** Mechanische Reize am Schlund oder Maul

1. Ordne die Sprachblasen mit den beschriebenen Verhaltensweisen in zeitlich richtiger Reihenfolge. Nutze dazu nach Möglichkeit eigene Beobachtungen in der Natur bzw. Recherchen in der Lernsoftware PRONAS (Lösungswort entsteht bei richtiger Abfolge).

2. Beschreibe den Lebensraum der Erdkröte: Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit sie sich fortpflanzen kann? Nutze die Software PRONAS.

3. Welchen Einfluss kann der Klimawandel auf die Verbreitung der Erdkröte in Europa haben?

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Finde die jeweils **voll** zutreffende Antwort mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS.

1. Die Erdkröte ist ein
- **A** Kriechtier
- **B** Schwanzlurch
- **C** Froschlurch
- **D** Warzenbildner

2. Erdkröten bewegen sich vorwiegend fort durch
- **A** hüpfen
- **B** springen
- **C** krabbeln
- **D** laufen

3. Die Erdkröte findet man vorwiegend
- **A** an sonnigen, warmen Standorten
- **B** an schattigen, kühleren Orten
- **C** im Wasser
- **D** auf dem Wasser

4. Zur Fortpflanzung suchen die Erdkröten
- **A** Bäume auf
- **B** Waldränder auf
- **C** Tümpel auf
- **D** das Meer auf

5. Erdkrötenlaich wird abgelegt
- **A** in Laichschnüren
- **B** einzeln (jedes Ei separat) an Wasserpflanzen
- **C** in Laichhaufen am Gewässergrund
- **D** in Laichhaufen an der Wasseroberfläche

6. Erdkröten sind nützliche Tiere, da sie
- **A** die Erde auflockern
- **B** Schädlinge vertilgen
- **C** besonders schön aussehen
- **D** gut riechen

7. Der Beutefang erfolgt
- **A** als Reflex
- **B** aus Tradition
- **C** durch Nachahmung
- **D** instinktiv

Modul 6.2 Das Verhalten der Erdkröte

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können am Beispiel des Beutefangs das Instinktverhalten der Erdkröte erläutern.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Individuelle Arbeit mit der virtuellen Exkursion Papenburg
- Ausfüllen des Arbeitsblatts
- Nach der Auswertung können die Schüler den Sachverhalt selbstständig auf ein anderes Beispiel anwenden.

Tipps
- Voranstellen von Beobachtungen in der Natur oder in einer virtuellen Exkursion

Auf vielen Exkursionen kann man besonders an schattigen Stellen die Erdkröte antreffen. Auch wenn viele Leute sie nicht besonders hübsch finden, ist es doch sehr interessant ihre Verhaltensweisen (z. B. den Beutefang) über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Es wird angenommen, dass der Beuteerwerb ein angeborenes Programm ist.

N
Verlassen des Verstecks, Wartestellung

I
Erkennen von Beuteobjekt passender Form und Größe

I
Nährstoffmangel im Blut, „Hunger", Dämmerung, Temperatur über 11°C

N
Beidäugiges Fixieren und Zuschnappen

T
Orientiertes Sich-Zuwenden oder Anschleichen

T
Schlucken, Maulwischen

S
Wahrnehmung von Beutereizen

K
Mechanische Reize am Schlund oder Maul

1. Ordnen Sie die Sprachblasen mit den beschriebenen Verhaltensweisen in zeitlich richtiger Reihenfolge. Nutzen Sie dazu nach Möglichkeit eigene Beobachtungen im Gelände bzw. Recherchen in der Lernsoftware PRONAS.

2. Beschreiben Sie das Beutefangverhalten der Erdkröte mit folgenden Fachbegriffen: Schlüsselreiz, Taxis, erbkoordinierte Endhandlung, Handlungsbereitschaft, Appetenz.

3. Instinkthandlungen werden nicht mehr, im Gegensatz zu früher, als unveränderliche Sachverhalte gesehen. An Erdkröten konnte man beobachten, dass sie schon nach einmaligem Kontakt giftige bzw. schlecht schmeckende Beutetiere mieden. Erklären Sie in diesem Zusammenhang die Begriffe „bedingte Hemmung" und „bedingte Aversion".

4. Wird der Klimawandel die Lebensräume der Erdkröte bis zum Jahr 2050 beeinflussen? Nutzen Sie PRONAS!

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Fach	Biologie, Klassen 7/8
Dauer	1 Tag
Inhalt	Räuber – Beute - Beziehung

Modul 6.3 Bienenfresser und Wildbienen

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Wechselbeziehungen in Ökosystemen und damit verbundene Zusammenhänge von Organismen verschiedener Arten beschreiben. Sie können selbstständig ein Bienen-Hotel entwerfen und bauen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Projekttag, vorzugsweise in einer Umweltbildungseinrichtung
- Erarbeitung eigenständig bzw. in Gruppen und anschließende Präsentation
- Bearbeitung des Multiple-Choice-Tests in der Software

Tipps
- Artenschutz-Projekt NABU: http://sachsen-anhalt.nabu.de/projekte/bienenfresser/
- Empfehlung für die praktischen Arbeiten im Gelände: passende Kleidung
- Baupläne für Bienen-Hotel sind zu finden unter: http://www.bienenhotel.de/html/beispiele.html

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Papenburg**
Exkursion ⇨ Halle

6. Arten und ihre Lebensräume
6.3 Bienenfresser und Wildbienen (1)

Bienenfresser (lat. *Merops apiaster*) „verirren" sich regelmäßig in Deutschland. Ihre eigentliche Heimat ist Nordafrika sowie von Südeuropa bis Nordindien, was auch ihr farbenprächtiges Gefieder erklärt. Sie gehören zu den Rackenvögeln und sind mit unseren Eisvögeln verwandt. In den Jahren 2006 – 2008 wurde in einem Bienenfresser-Projekt festgestellt, dass es in Sachsen-Anhalt ca. 200 Brutpaare des Bienenfressers gibt. Man findet sie hier in der Kiesgrube Wallendorf bei Merseburg, aber auch in der Franzigmark (Teil des Naturparks „Unteres Saaletal"). Sie siedeln sich an steilen Hängen mit weichem Boden an. Obwohl Bienenfresser hauptsächlich in trockenen Gebieten vorkommen, leben sie dort bevorzugt in Wassernähe. Bienenfresser tragen ihren Namen zu Recht, denn sie vertilgen bevorzugt Bienen, Wespen und Hummeln. Die Rote Mauerbiene ist in vielen Regionen Deutschlands häufig anzutreffen und somit bevorzugte Nahrung.

1. Im Artenschutz-Projekt NABU wurden brutplatzspezifische Artenschutzmaßnahmen erarbeitet. Diese werden umso wichtiger, da durch die Klimaerwärmung anzunehmen ist, dass sich noch mehr Brutpaare in Deutschland ansiedeln. Entwickle eine mögliche Maßnahme, die Brutplätze zu erhalten bzw. zu schaffen.

.....
.....

2. Erläutere an einer baulichen Besonderheit des Bienenfressers dessen Anpassung an seine spezielle Nahrung.

.....
.....

3. Nenne mindestens fünf Wildbienen-Arten. Nutze die virtuellen Exkursionen in PRONAS.

.....
.....

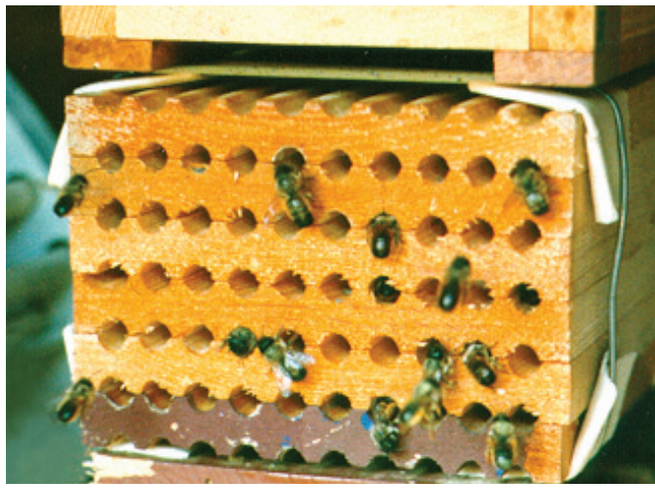
Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Papenburg**
Exkursion ⇨ Halle

4. Die Rote Mauerbiene ist eine Bauchsammlerbiene. Erkläre dieses Sammelverhalten.

.....
.....
.....
.....

5. Die Eiablage ist eine Instinkthandlung. Beschreibe das besondere Vorgehen der weiblichen Roten Mauerbiene durch Recherchen in der Lernsoftware PRONAS.

.....
.....
.....
.....



6. Bevorzugt in Holz-Bohrlöchern und hohlen Stängeln (z. B. Schilfstängel) mit einem Durchmesser von 6 – 8 mm nistet die Rote Mauerbiene. Entwirf eine Zeichnung für ein Bienenhotel und baue nach diesem Plan an geeigneter Stelle diese Nistmöglichkeit.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Exkursion ⇨ Papenburg**
Exkursion ⇨ Benediktbeuern
Exkursion ⇨ Halle

Modul 6.4 Bestäuber

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können mit zeichnerischen Mitteln komplexe ökologische Zusammenhänge visualisieren.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Gemeinsames Frühstück am Morgen
- Fragestellung: Wie würde ein Frühstückstisch in einer Welt ohne Bienen aussehen?
- Bienen aus geeigneter Literatur sind Ausgangspunkt für erste figürliche Zeichenübungen.
- Aus den Bienen-Zeichnungen wird ein Charakter herausgearbeitet, eine „Comicfigur" entsteht.
- Eine Bildergeschichte zum Einfluss der Bienen auf das Ökosystem wird entwickelt, wobei die Charakterfigur aus den ersten Zeichenübungen zur Hauptfigur wird.

Tipps
- fächerverbindender Unterricht: Kunst und Biologie
- im Vorfeld Recherche in PRONAS
- Zeichenmaterialien, historische Insektenbücher mit Bienenabbildungen
- Bienendarstellungen jeglicher Art

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Wissenschaft ⇨ Bestäuber**
Exkursion ⇨ Papenburg

Viele natürliche Lebensräume für Wildbienen sind durch uns Menschen bedroht (moderne Formen der Landnutzung, Fabriken, Straßenbau, Umweltverschmutzung). Deshalb ist die Vielfalt der Bienen während der letzten 25 Jahre erheblich zurückgegangen.

Bienen sind schön: Sie haben Fühler, Flügel und einen Stachel. Sie besitzen Facettenaugen, die aus vielen einzelnen Miniaugen aufgebaut sind. Bienen sind fleißige Tiere und besitzen sogar ihre eigene Bienensprache.

1. Begib dich in PRONAS auf die Exkursion nach Papenburg.

2. Zeichne eine Bildergeschichte zum Thema „Wie würde unser Frühstück ohne Bienen aussehen?" und veranschauliche die Unersetzlichkeit von Bienen.

Fach	Biologie, Klassen 11/12
Dauer	90 Minuten
Inhalt	Ökologische Nische und Konkurrenzausschluss

Modul 6.5 Die große Brennnessel – eine Schmetterlingsweide

Kompetenzentwicklung

Die Schülerinnen und Schüler können Wechselbeziehungen in Ökosystemen und damit verbundene Zusammenhänge von Organismen verschiedener Arten beschreiben. Sie können aus der Lernsoftware PRONAS eigenständig Auswirkungen des Klimawandels, bezogen auf bestimmte Organismen, ableiten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf

- Recherchen in der Lernsoftware PRONAS
- Bearbeitung der Arbeitsblätter parallel zur Internetrecherche

Tipps

- Fragespiel zur Brennnessel und anderen Wildkräutern: Wie blühen sie, wo findet man sie
- Welche Tagfalter sind den Schülern bekannt

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie ⇨ Steckbriefe**

6. Arten und ihre Lebensräume
6.5 Die große Brennnessel – eine Schmetterlingsweide (1)

Mehr als 50 Schmetterlingsraupen nutzen die Brennnessel als Futterpflanze. Dazu gehören auch sehr bekannte und weit verbreitete Arten wie der *Kleine Fuchs,* der *Admiral,* das *Tagpfauenauge* und das *Landkärtchen*.

1. Informieren Sie sich in PRONAS über die Brennnessel und die genannten Schmetterlinge.

2. Ordnen Sie die Artennamen der Schmetterlinge den Fotos zu!

a) b) c) d)

.....
.....
.....

Bei Berührung des Blattstängels der Brennnessel brechen die Köpfchen des Brennhaares ab. Es entsteht eine schräge, scharfe Bruchstelle, die in die Haut des „Opfers" sticht. Dabei fließt der ameisensäurehaltige Inhalt in die Wunde und bewirkt ein Brennen, eventuell auch Entzündungen. Weitere Wirkstoffe sind Serotonin, Histamin, Natriumformiat und die wichtigste Überträgersubstanz vieler Nervenendungen Acetylcholin. Raupen fressen um die Haare herum, vorwiegend entlang der Blattnerven und Blattränder.

3. Benennen Sie die Überträgersubstanz, die an den Synapsen für den brennenden Schmerz verantwortlich ist und skizzieren Sie die Informationsweitergabe schematisch.

Tabelle: Raupenfress-Orte

	Kleiner Fuchs	Admiral	Landkärtchen	Tagpfauenauge
Bestand an Brennnesseln	groß	klein	groß	groß
Mikroklima	trocken, sonnig	trocken	schattig, häufig feucht	sonnig und feucht

4. Erklären Sie mit Hilfe des Begriffes „ökologische Nische" und der Tabelle „Raupenfress-Orte" den interspezifischen Konkurrenzausschluss der Falterraupen.

.....
.....
.....
.....
.....

5. Beschreiben Sie, wie sich bei dem Szenario RED in PRONAS die Bedingungen für die vier Schmetterlingsarten verändern könnten.

.....
.....
.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie ⇨ Steckbriefe**
Wissenschaft ⇨ Szenarien
Wissenschaft ⇨ Projektionen

6. Finden Sie die richtigen Lösungen mithilfe der Lernsoftware PRONAS
(Hinweis: nur eine Lösung ist richtig)

1. Brennnesseln besitzen:	**2.** Der Hauptwirkstoff ist:
A Drüsen mit Brennflüssigkeit	**A** Kalkwasser
B Brennhaare	**B** Baritwasser
C Säurefilm auf der Kutikula	**C** Ameisensäure
D Brenndornen	**D** Essigsäure

3. Der brennende Schmerz wird hervorgerufen von:	**4.** weitere Wirkstoffe sind:
A γ-Amino-Buttersäure	**A** Histamin, Acetat
B Adrenalin	**B** Serotonin, Pheromon
C Noradrenalin	**C** Formiat, Acetat
D Acetylcholin	**D** Serotonin,Histamin,Formiat

Welche Lebensräume bevorzugen die Raupen …

5. …des Admirals:	**6.** …des Kleinen Fuchses
A kleine Brennnesselbestände in trockenem Klima	**A** kleine Brennnesselbestände in trockenem Klima
B große Bestände an sonnigen trockenen Standorten	**B** große Bestände an sonnigen trockenen Standorten
C große Bestände an sonnigen luftfeuchten Standorten	**C** große Bestände an sonnigen luftfeuchten Standorten
D große Bestände an feuchten schattigen Standorten	**D** große Bestände an feuchten schattigen Standorten

7. …des Landkärtchens:	**8.** …des Tagpfauenauges:
A kleine Brennnesselbestände in trockenem Klima	**A** kleine Brennnesselbestände in trockenem Klima
B große Bestände an sonnigen trockenen Standorten	**B** große Bestände an sonnigen trockenen Standorten
C große Bestände an sonnigen luftfeuchten Standorten	**C** große Bestände an sonnigen luftfeuchten Standorten
D große Bestände an feuchten schattigen Standorten	**D** große Bestände an feuchten schattigen Standorten

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie ⇨ Steckbriefe**

Fach	Biologie, Klassen 9/10
Dauer	45 Minuten
Inhalt	Insektenvielfalt, Fortpflanzungs- und Anpassungsstrategien

Modul 6.6 Der Schwarzgefleckte Bläuling

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Wechselbeziehungen in Ökosystemen und damit verbundene Zusammenhänge von Organismen verschiedener Arten beschreiben. Sie können aus der Lernsoftware PRONAS eigenständig Auswirkungen des Klimawandels, bezogen auf bestimmte Organismen, ableiten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Recherchen in der Lernsoftware PRONAS
- Bearbeitung der Arbeitsblätter parallel zur Internetrecherche

Tipps
- Lebensweise der Ameisenbläulinge erläutern
- Sie sind Indikatoren für biologische Vielfalt: Raupen brauchen bestimmte Nahrungspflanze und Wirtsameisen, wobei die Ameisen nur auf offenen Wiesen leben können und bei Verbuschung verschwinden

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie ⇨ Steckbriefe**

6. Arten und ihre Lebensräume
6.6 Der Schwarzgefleckte Bläuling (1)

Einer der europäischen Bläulinge, die alle unter Naturschutz stehen, ist der Schwarzgefleckte Bläuling *Maculinea arion*. Er benötigt für seine Entwicklung den Feldthymian und Ameisen der Gattung *Myrmica*.

Fremde im Ameisenhaufen

Nahrungs-lieferanten	Raupen einiger Schmetterlinge und Kurzflügler scheiden öl- oder zuckerhaltige Stoffe aus, welche die Ameisen aufnehmen.
Mitesser (Kommen-salen)	Einige Fliegen- und Käferlarven sowie Springschwänze haben den Geruch oder das Verhalten von Ameisen angenommen, wodurch sie nicht erkannt werden. Sie leben vom Abfall und Leichen.
Räuber	Verschiedene Käfer- und Spinnenarten ernähren sich von Ameisen und deren Brut. Wenn sie von den Ameisen aufgespürt werden, werden sie vertrieben oder getötet.

Entwicklung des Bläulings

Nach der Befruchtung der Eier, Ende Mai bis August, werden diese einzeln an die Blütenknospen des Feldthymians geheftet. Der Thymian kommt wie der Bläuling bevorzugt an trockenen Wiesen und sonnigen Wegrändern vor. Hier leben auch zwei Ameisenarten der Gattung *Myrmica.* Die Bläulingslarven verlassen nach der dritten Häutung, nachdem sie die Blüten und reifen Samen des Thymians verspeist haben, die Pflanze und warten am Boden auf eine Ameise. Die Ameise bringt die Raupe durch „betrillern" zur Abgabe einer Zuckerlösung. Nachdem dieser aufgeleckt ist, wird die Raupe mit in den Ameisenstaat genommen. Im Winter liegt die Raupe nur ruhig in einer Brutkammer und entwickelt sich erst im Frühjahr durch Verzehr von Ameiseneiern und –larven weiter. Nach dreiwöchiger Puppenruhe schlüpft der Schmetterling und verlässt den Ameisenhaufen.

1. Verhaltensökologen betrachten häufig „Kosten und Nutzen" einer Verhaltensweise. Analysiere das Schmetterlingsverhalten unter diesem Aspekt.

.....
.....

2. Charakterisiere die wechselseitigen Beziehungen zwischen dem Feld-Thymian, den Ameisen und dem Bläuling.

.....
.....

3. Infolge der Klima-Erwärmung könnte der Thymian in kältere Gebiete „abwandern". Leite unter Nutzung der Lernsoftware PRONAS und den Erkenntnissen der 2. Aufgabe Überlegungen ab, was in Zukunft mit dem Bläuling passieren könnte. (Hinweis: Antwort auf der Rückseite notieren.)

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie ⇨ Steckbriefe**

4. Finde die jeweils zutreffende Antwort mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS.

1. Der Schwarzgefleckte *Bläuling* bildet eine Lebensgemeinschaft mit
A anderen Schmetterlingsarten
B Pflanzen, wie z.B. Thymian
C Ameisen
D Thymian und Ameisen

2. Die vorkommenden Arten des Bläulings stehen
A weltweit unter Naturschutz
B in Europa unter Naturschutz
C in der BRD unter Naturschutz
D nicht unter Naturschutz

3. Die Larven des Schwarzgefleckten *Bläulings* fressen bevorzugt
A die Blätter des Thymians
B die krautigen Sprosse des Thymians
C die Blüten und reifenden Samen des Thymians
D die Wurzeln des Thymians

4. Die Bläulingsraupen liefern den Ameisen
A Wasser
B Zuckerlösung
C Salzlösung
D Öle

5. Die Raupen sondern das Sekret ab, was die Ameisen auflecken nach
A besingen
B betrillern
C bespringen
D bestreicheln

6. Die Verpuppung erfolgt nach
A Ankommen der Raupe im Ameisenhaufen
B dem Einlagern in einer Brutkammer
C dem Verspeisen von Ameiseneiern und –larven im Frühjahr
D dem Verlassen des Ameisenhaufens

7. Den Feld-Thymian und den Schwarzgefleckten Bläuling findet man
A an feuchten Standorten
B in Mischwäldern
C in Nadelwäldern
D an sonnigen Wegrändern und trockenen Wiesen

8. Der Schwarzgefleckte Bläuling ist
A ein Tagfalter
B ein Schwärmer
C eine Mottenart
D ein Nachtfalter

9. Die Raupen verlassen die Futterpflanze nach
A der 1. Häutung
B der 2. Häutung
C der 3. Häutung
D der 4. Häutung

Modul 6.7 Klimakonferenz

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können die Abhängigkeit und Angepasstheit der Schmetterlinge an abiotische und biotische Faktoren erklären. Sie sind in der Lage, die Auswirkungen des Klimawandels als Folge des menschlichen Eingriffs in die Biosphäre zu beurteilen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Projektwoche, vorzugsweise in Umweltbildungseinrichtungen
- Teil 1: eigenständiges Arbeiten
- Teil 2: Erarbeiten in Gruppen und anschließend präsentieren der Ergebnisse

Tipps
- vorangegangene Auseinandersetzung mit ökologischen Grundlagen notwendig
- Fächerverbindung mit Geographie und Sozialkunde möglich
- Wechselbeziehungen in Ökosystemen; Verweis auf Möglichkeitscharakter der Ergebnisse
- Erhöhung der affektiven Komponente durch geeignete Impulse, die den Zusammenhang zwischen Insekten und Menschen zeigen. Ein Beispiel ist die Bedeutung der Bestäuber für die Lebensmittelherstellung.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie ⇨ Steckbriefe**
Wissenschaft ⇨ Projektionen

Das Umweltforschungszentrum in Leipzig ist in diesem Jahr Gastgeber einer weltweiten Klimakonferenz. Du und deine Gruppe nehmen daran teil.

Das Thema dieser Konferenz lautet:
„Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf Schmetterlingsarten und deren Folgen." Zunächst müsst ihr gemeinsam eine Gruppe der Klasse bestimmen, die am Beginn der Konferenz den Begriff „Szenarien" erläutert und mit Hilfe der Software die drei möglichen Szenarien vorstellt.

Die folgenden Aufgaben sind von eurer Gruppe als Vorbereitung auf euren Beitrag zur Konferenz zu verstehen.

1. Stimmt mit den übrigen Gruppen eurer Klasse ab, für welchen Schmetterling ihr zuständig seid.

2. Informiert euch mit Hilfe der Software und dem Internet über die Schmetterlingsart, die ihr vorstellen wollt und fertigt dazu einen Steckbrief an (Vorkommen, Nahrung, Entwicklung).

3. Informiert euch bei PRONAS, unter welchen Bedingungen (Szenarien) sich das Verbreitungsgebiet eures Schmetterlings ändern könnte und ob der Schmetterling dabei zu einem Gewinner oder Verlierer gehört. Bereitet diese Informationen so auf, dass ihr sie der Konferenz vorstellen könnt.

4. Findet gemeinsam in der Gruppe ökologische Ursachen dafür, dass sich das Verbreitungsgebiet eures Schmetterlings entsprechend der Szenarien verändert.

5. Fasst die Folgen der möglichen Klimawandelvarianten für eure Schmetterlingsart zusammen und formuliert eine kurze Forderung an die Klimakonferenz. Am Ende aller Präsentationen erfolgt die Vereinbarung eines Klimaprotokolls, indem Maßnahmen vereinbart werden, um die möglichen künftigen Auswirkungen des Klimawandels einzudämmen.

6. Stellt gemeinsam in der Gruppe mindestens 6 globale und 6 lokale Forderungen auf, die von der Konferenz in das Klimaprotokoll aufgenommen werden sollen, um den Bestand eures Schmetterlings dauerhaft zu sichern.

Modul 7.1 Vergleich abiotischer Faktoren verschiedener Standorte

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Wechselbeziehungen der abiotischen Faktoren in Ökosystemen beschreiben. Sie können aus der Lernsoftware PRONAS eigenständig weitere Informationen zu vorkommenden Organismen sammeln und in die Auswertung einbeziehen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Es ist günstig, täglich einen Standort zu untersuchen und am 4. und 5. Tag die vergleichenden und auswertenden Betrachtungen durchzuführen.

Tipps
- Die drei Ökosysteme Trockenrasen, Feldgehölze und Wiese sollten sich nahe beieinander befinden, damit in einer Projektwoche die Unterrichtsidee realisiert werden kann.
- Das Erfassen der abiotischen Faktoren kann in Tabellenform (wie Vorlage) im Untersuchungsgebiet erfolgen.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel Exkursion ⇨ Halle

7.1a Anleitung für die Projektwoche

Anleitung zur Durchführung der Feldarbeiten und zur Anfertigung eines Exkursionsprotokolls

Kurzbeschreibung
Fertige eine Kurzbeschreibung des Exkursionsgebietes und des Ablaufes der Exkursion an, ebenso der verwendeten Materialien und Geräte.

Messen abiotischer Standortfaktoren
Im Abstand von jeweils 120 Minuten sind die auf dem Arbeitsblatt vorgegebenen Faktoren zu messen (außer Bodenbedeckung – diese Bewertung nur einmal).

Organismen im Untersuchungsgebiet
- Bestimme häufig vorkommende Pflanzenarten der drei Standorte – bei Trockenrasen und Wiese nur krautige Pflanzen, im Feldgehölz die Gehölze und die krautigen Pflanzen.
- Beobachte, bestimme und notiere eventuell vorkommende Tiere.
- Untersuche den Boden vor Ort mit einem Sieb oder eine Bodenprobe mit dem Berlese-Apparat auf Bodenorganismen.

Auswertung
- Stelle Zusammenhänge zwischen den gemessenen abiotischen Faktoren, der Art der Biotope und den vorkommenden Pflanzenarten her.
- Vergleiche die abiotischen Faktoren der einzelnen Standorte und deren Veränderungen während des zeitlichen Verlaufs. Erläutere Auffälligkeiten.
- Überprüfe die von dir bestimmten Pflanzen hinsichtlich ihres möglichen Zeigerwertes.
- Zeichne ein Landschaftsprofil des Untersuchungsgebietes und trage dazu die wichtigsten Pflanzen- und Tierarten ein.
- Ordne die von dir angegebenen Organismen in den Stoffkreislauf eines Ökosystems ein.
- Erläutere mögliche Anpassungserscheinungen von Pflanzen an ihren Standort.

7.1b Trockenrasen

1. Untersuche vor Ort, ob ein Zusammenhang zwischen Organismen und abiotischen Faktoren besteht. Nutze dazu die folgenden Protokollvorlagen.

Südwestseite Trockenrasen

Zeit der Messungen		9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr
Lufttemperatur	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Lichtstärke	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Luftfeuchtigkeit	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Windgeschwindigkeit	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Bodentemperatur	am Boden				
	in 10 cm Tiefe				
	in 20 cm Tiefe				
Bodenfeuchtigkeit					
pH-Wert des Bodens					
Bodenbedeckung	in % (geschätzt)				

2. Informiere dich in PRONAS über typische Arten des Trockenrasens. Nenne 3 Arten.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7.1c Feldgehölze

3. Untersuche vor Ort, ob ein Zusammenhang zwischen Organismen und abiotischen Faktoren besteht. Nutze dazu die folgenden Protokollvorlagen.

Feldgehölze

Zeit der Messungen		9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr
Lufttemperatur	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Lichtstärke	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Luftfeuchtigkeit	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Windgeschwindigkeit	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Bodentemperatur	am Boden				
	in 10 cm Tiefe				
	in 20 cm Tiefe				
Bodenfeuchtigkeit					
pH-Wert des Bodens					
Bodenbedeckung	in % (geschätzt)				

4. Informiere dich in PRONAS über typische Arten der Feldgehölze. Nenne 3 Arten.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7.1d Wiese

5. Untersuche vor Ort, ob ein Zusammenhang zwischen Organismen und abiotischen Faktoren besteht. Nutze dazu die folgenden Protokollvorlagen.

Nordostseite der Wiese

Zeit der Messungen		9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr
Lufttemperatur	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Lichtstärke	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Luftfeuchtigkeit	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Windgeschwindigkeit	in 0,5 m Höhe				
	in 1 m Höhe				
Bodentemperatur	am Boden				
	in 10 cm Tiefe				
	in 20 cm Tiefe				
Bodenfeuchtigkeit					
pH-Wert des Bodens					
Bodenbedeckung	in % (geschätzt)				

6. Informiere dich in PRONAS über typische Arten der Wiese. Nenne 3 Arten.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Modul 7.2 Vergleich von Umweltfaktoren verschiedener Standorte

Kompetenzentwicklung

Die Schülerinnen und Schüler können Wechselbeziehungen der abiotischen Faktoren in Ökosystemen beschreiben. Sie können aus der Lernsoftware PRONAS eigenständig weitere Informationen zu vorkommenden Organismen sammeln und in die Auswertung einbeziehen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf

- Durch Verwendung der vorgegebenen Daten in den Tabellen können in nur einem Tag wesentliche Erkenntnisse abgeleitet werden.
- Die Recherchen in der PRONAS-Software (jeweils Aufgabe 1 der Arbeitsblätter a-c und 5.2d nötig) sollten auf ca. 3 Stunden begrenzt werden.
- Weitere 3 Stunden sind dann für das Ausfüllen der Artentabellen, Anfertigen der Diagramme (Schwerpunkt) und die Beantwortung der Fragen von 7.2d beziehungsweise den Vergleich der Ergebnisse nötig.

Tipps

- Arbeit in kleinen Gruppen

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de

7.2a Trockenrasen

Im Bereich des Trockenrasens sind Organismen zu finden, die in anderen Ökosystemen nicht oder nur sehr selten vorkommen. Es soll untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen Organismen und den abiotischen Faktoren besteht. Beispielwerte könnten sein:

Luft

Lufttemperatur (°C) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	23,3	25,1	27,3	26,6	25,58
in 1m Höhe	23,1	24,9	28	26,3	25,58
Lichtstärke (lux) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ǿ
in 0,5m Höhe	38000	41000	56000	44000	44750
in 1m Höhe	38000	46000	63000	44000	46250
Luftfeuchtigkeit (%) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ǿ
in 0,5m Höhe	54	55	39	54	50,5
in 1m Höhe	59	56	44	55	53,5
Windgeschwindigkeit (km/h)/Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	0	0	0	5	1,25
in 1m Höhe	0	0	0	10	2,5

Boden

Bodentemperatur (°C) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
am Boden	28	31	33	32	31
in 10 cm Tiefe	22	24	25	25	24
in 20 cm Tiefe	20	20	20	20	20
Bodenfeuchte / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
Vergleichswert: 1-3 trocken; 4-7 feucht; 8-10 nass	1	1	1	1	1
Boden-pH-Wert / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
	8	8	8	8	8
Bodenbedeckung (%)	gleichbleibend 45				

1. Zeichne Diagramme, in denen die einzelnen Faktoren in Abhängigkeit vom Tagesverlauf dargestellt werden. Hinweis: Werte der Ökoschule Franzigmark bei Halle (Saale) -Teil des Naturparks „Unteres Saaletal".

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Halle**

2. Erstelle mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS eine tabellarische Übersicht zu 3 typischen Pflanzen des Standortes und deren Anpassungen. Nutze dazu die Rückseite des Arbeitsblattes.

7.2b Feldgehölze

Feldgehölze werden zunehmend geschätzt, da sich hier eine Vielzahl von Organismen ansiedeln kann, die dann auf Felder und Wiesen positiv zurück wirken.
Es soll untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen den Organismen und den abiotischen Faktoren, die ermittelt werden müssen, besteht. Beispielwerte könnten sein:

Luft

Lufttemperatur (°C) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	24,1	24,7	27,4	23,4	24,9
in 1m Höhe	24,4	25	27,5	23,5	25,1
Lichtstärke (lux) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ǿ
in 0,5m Höhe	6200	1600	1600	1100	2625
in 1m Höhe	3200	3000	2000	2000	2587,5
Luftfeuchtigkeit (%) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ǿ
in 0,5m Höhe	96	55	44	54	62,25
in 1m Höhe	93	54	53	55	63,75
Windgeschwindigkeit (km/h)/Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	0	0	0	0	0
in 1m Höhe	0	0	0	0	0

Boden

Bodentemperatur (°C) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
am Boden	16	16	16	16	16
in 10 cm Tiefe	14	13	12	13	13
in 20 cm Tiefe	15	14	14	13	14
Bodenfeuchte / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
Vergleichswert: 1-3 trocken; 4-7 feucht; 8-10 nass	4	4	4	4	4
Boden-pH-Wert / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
	8	8	8	8	8
Bodenbedeckung (%)	gleichbleibend 80				

1. Zeichne Diagramme, in denen die einzelnen Faktoren in Abhängigkeit vom Tagesverlauf dargestellt werden.(Hinweis: Werte der Ökoschule Franzigmark bei Halle (Saale) - Teil des Naturparks „Unteres Saaletal")

2. Erstelle mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS eine tabellarische Übersicht zu 3 typischen Pflanzen des Standortes und deren Anpassungen. Nutze dazu die Rückseite des Arbeitsblattes.

7.2c Wiese

Es soll untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen den Organsimen und den abiotischen Faktoren besteht. Beispielwerte könnten sein:

Luft

Lufttemperatur (°C) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	23,1	24,5	30,4	24,9	25,73
in 1m Höhe	22,6	25,1	30,3	24,9	25,73
Lichtstärke (lux) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	40000	39000	63000	41500	45875
in 1m Höhe	45000	45000	64000	51000	48562,5
Luftfeuchtigkeit (%) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	59	53	37	48	49,25
in 1m Höhe	57	52	33	51	48,25
Windgeschwindigkeit (km/h)/Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
in 0,5m Höhe	0	5	0	5	2,5
in 1m Höhe	0	5	0	0	1,25

Boden

Bodentemperatur (°C) / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
am Boden	24	25	33	27	27,25
in 10 cm Tiefe	18,5	17	15	15	16,38
in 20 cm Tiefe	15	15	17	17	16
Bodenfeuchte / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
Vergleichswert: 1-3 trocken; 4-7 feucht; 8-10 nass	2	2	1	1	1,5
Boden-pH-Wert / Zeit	9 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	15 Uhr	ø
	8	8	8	8	8
Bodenbedeckung (%)	gleichbleibend 100				

1. Zeichne Diagramme, in denen die einzelnen Faktoren in Abhängigkeit vom Tagesverlauf dargestellt werden (Hinweis: Werte der Ökoschule Franzigmark bei Halle (Saale)Teil des Naturparks „Unteres Saaletal").

2. Erstelle mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS eine tabellarische Übersicht zu 3 typischen Pflanzen des Standortes und deren Anpassungen. Nutze dazu die Rückseite des Arbeitsblattes.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de

PRONAS

Kapitel **Exkursion ⇨ Halle**

7.2d Vergleichende Analyse

1. Stelle die Durchschnittswerte der einzelnen abiotischen Faktoren Luft sowie Bodentemperatur und –feuchtigkeit von Trockenrasen, Feldgehölz und Wiese in einem Säulendiagramm dar.

2. Vergleiche die abiotischen Faktoren (Gemeinsamkeiten und Unterschiede).

.....
.....

3. Typische Pflanzen des Trockenrasens sind der Blauschwingel und der Scharfe Mauerpfeffer. Vergleiche die Anpassungsstrategien beider Pflanzen an den gleichen Lebensraum.

.....
.....

4. Erläutere am Beispiel von 3 Tieren, die in den Feldgehölzen zu finden sind, ihre Wirkung auf die neben gelegene Flur und den Vorteil, den diese Tiere durch das Gehölz haben.

.....
.....

5. Nenne 2 Bedeutungen der Feldgehölze für den Bodenschutz.

.....
.....

Modul 7.3 Ökosystemanalyse nach Ellenberg

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können auf Grund des Vorkommens bestimmter Pflanzen mit Hilfe von Zeigerwerttabellen die Standortansprüche von einzelnen Pflanzen analysieren und durch Untersuchung mehrerer Pflanzen auf die Wirkung bestimmter Umweltfaktoren im Ökosystemen schließen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- In Vorbereitung auf eine reale Exkursion können die Schüler mit Hilfe der vorgegebenen Artenliste und den angegebenen Zeigerwerten die Ökosystemanalyse nach ELLENBERG kennen lernen bzw. üben.
- Mit Hilfe der Internetquellen sind sie in der Lage, nach einer realen Exkursion die Analyse selbstständig vorzunehmen.

Tipps
Internetquellen:
- http://statedv.boku.ac.at/zeigerwerte/ - Ermittlung von Zeigerwerten (nach wissenschaftlichen Pflanzennamen)
- http://de.wikipedia.org/wiki/Zeigerwerte_nach_Ellenberg - allgemeine Informationen
- http://www.konrad-hd.de/schulwiese/zeigwert/zeigwert.html - Legende zu Zeigerwerten

1. Begeben Sie sich in PRONAS auf die virtuelle Exkursion Halle. Finden Sie Pflanzen des Trockenrasens.

2. Analysieren Sie in der folgenden Tabelle die drei verschiedenen Standorte anhand der Zeigerwerte nach Ellenberg.

Deutscher und lateinischer Name	Lichtzahl	Temperatur-zahl	Reaktions-zahl	Feuchte-zahl	Stickstoff-zahl
Trockenrasen					
Blauschwingel *Festuca cinerea*	9	7	2	x	1
Felsenfetthenne *Sedum rupestre*	7	5	2	5	1
Sand-Thymian *Thymus serpyllum*	7	6	2	5	1
Kleines Habichtskraut *Hieracium pilosella*	7	X	4	X	2
Rispen-Flockenblume *Cenraurea stoebe*	8	7	2	8	3
Scharfer Mauerpfeffer *Sedum acre*	8	6	2	X	1
Feldgehölz					
Gemeine Esche *Fraxinus excelsior*	4	5	X	7	7
Hunds-Rose *Rosa canina*	8	3	4	X	X
Eingriffliger Weißdorn *Crataegus monogyna*	7	5	4	8	3
Stieleiche *Quercus robur*	7	5	X	X	X
Stinkender Storchschnabel *Geranium robertianum*	4	X	X	X	7
Kletten-Labkraut *Galium aparine*	7	5	X	6	8
Wiese					
Gemeines Knäulgras *Dactylis glomerata*	7	X	5	X	6
Wiesenkerbel *Anthriscus sylvestris*	7	X	5	X	8
Acker-Hornkraut *Cerastium arvense*	8	X	4	6	4
Feld-Mannstreu *Eryngium campestre*	9	7	3	8	3
Echtes Labkraut *Galium verum*	7	5	4	7	3
Gemeine Schafgarbe *Achillea millefolium*	8	X	4	X	5

L=Lichtzahl	**F=Feuchtezahl**
1 Tiefschattenpflanze 3 Schattenpflanzen 5 Halbschattenpflanze 7 Halblichtpflanze 9 Volllichtpflanze	1 Zeiger für starke Trockenheit 3 Zeiger für Trockenheit (auf feuchten Böden fehlend) 5 Frischezeiger (auf nassen und stark trockenen Böden fehlend) 7 Feuchtezeiger 9 Nässezeiger 10 Wechselwasserzeiger 11 Wasserpflanze (Blätter zum Teil über der Wasseroberfläche) 12 Unterwasserpflanze (fast ständig unter Wasser)
T=Temperaturzahl	**N=Stickstoffzahl**
1 geringe Temperaturansprüche 3 mäßig niedrige Temperaturansprüche 5 mittlere Temperaturansprüche 7 hohe Temperaturansprüche 9 sehr hohe Temperaturansprüche	1 Zeiger für stickstoffärmste Böden 3 Zeiger für stickstoffarme Böden 5 Zeiger für mäßig stickstoffreiche Böden 7 Zeiger für stickstoffreiche Böden (an armen Standorten selten) 9 Zeiger für stickstoffreichste Böden
R=Reaktionszahl	
1 Zeiger für stark saure Böden 3 Säurezeiger 5 Zeiger für mäßige Säure 7 Zeiger für schwachsaure oder schwachbasische Böden 9 Kalkzeiger (Basenzeiger)	

Fach	Biologie, Klassen 8-10
Dauer	1 Tag, mindestens 2 x 90 Minuten
Inhalt	Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

Modul 7.4 Virtuelle Exkursion Hochharz

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen erklären. Die Schülerinnen und Schüler können Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit erörtern.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- als Stationsarbeit und Gruppenarbeit geeignet
- einsetzbar in einer Anwendungsphase zu den ökologischen Begriffen: Naturschutz, ökologische Nische, Nahrungsnetze
- einsetzbar in einer Erarbeitungsphase, um Nutzungsansprüche und Nachhaltigkeit gegenüberzustellen und begründete Werturteile zu formulieren
- Fächerverbindung mit Geographie und Sozialkunde möglich

Tipps
- Die PRONAS-Szenarien und die Kriterien für ihre Einteilung sollten vorab besprochen werden.
- Virtuelle Exkursion kann anschließend als reale Exkursion durchgeführt werden.
- Weitere Informationen sind im Besucherzentrum Torfhaus im Harz erhältlich.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Wissenschaft ⇨ Projektionen**
Exkursion ⇨ Torfhaus

7.4 Virtuelle Exkursion Hochharz (1)

Gehe zur Station „Waldwandelweg". Auf dem Bild siehst du einen Ausschnitt aus einem Waldstück des Hochharzes.

1. Beschreibe zunächst, welche Eindrücke das Bild bei dir hervorruft.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Erkläre, welcher Zusammenhang zwischen diesem Bild und dem Naturschutz im Harz besteht.

.....
.....
.....
.....

3. Benenne diese Form des Schutzes und finde Pro- und Kontra-Argumente dafür.

.....
.....
.....

Auf deinem Weg durch den Harz ist dir der Borkenkäfer begegnet. Du kennst ihn sicherlich aus zahlreichen Berichten, wo er meist als Feind eines gesunden Waldes dargestellt wird.

4. Finde heraus, welche Rolle der Borkenkäfer im Harz spielt.

5. Begründe, warum es Jahre mit starkem und Jahre mit schwachem Wachstum der Käferpopulationen gibt.

.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Besuche alle Stationen der Exkursion Torfhaus.

1. Notiere, welche Organismen du auf deinem bisherigen Weg durch den Harz angetroffen hast.

.....
.....
.....

2. Teile anschließend alle notierten Organismen in Produzenten und Konsumenten ein.

.....
.....
.....

3. Entwickle aus den notierten Organismen ein Nahrungsnetz. Informiere dich über die Software PRONAS, wie die Entwicklung einiger der von dir gefundenen Organismen in Abhängigkeit der drei Szenarien für die nächsten 100 Jahre vorausgesagt wird.

.....
.....
.....

4. Versuche über PRONAS herauszufinden, ob das von dir entworfene Nahrungsnetz im Jahr 2100 im Szenario RED noch existieren würde.

.....
.....
.....

5. Leite daraus Folgen ab, die das Eintreten des Szenario RED für das Naturschutzgebiet Harz haben könnte und beurteile, inwieweit die bisher eingeleiteten Naturschutzmaßnahmen diese Folgen lindern können.

.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Gehe zur Station „Moor". Du siehst vor dir ein großflächiges Moor.

1. Nenne verschiedene Moortypen und ordne das dargestellte Moor in deine Kategorisierung ein.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Erläutere die Entstehung eines solchen Moores

.....
.....
.....

3. Finde Ursachen für die Gefährdung des Torfhausmoores heraus.

.....
.....
.....

4. Untersuche mit Hilfe von PRONAS, ob ein Austrocknen des Moores weitere Auswirkungen auf den Lebensraum Harz und seine Bewohner hätte.

.....
.....
.....

5. Erläutere Maßnahmen, die den Bestand des Moores sichern könnten.

.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Modul 8.1 Vergleich ausgewählter Pflanzenarten

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können die anatomischen und physiologischen Merkmale von Xerophyten nennen, an ausgewählten Pflanzen nachweisen und diese den verschiedenen Anpassungsformen zuordnen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Beschreibung des Lebensraums Trockenrasen, Vorstellung mehrerer Xerophyten-Arten
- eigenständige Arbeit der Schüler
- Selbstorganisation eines Quizes durch die Schüler, indem sie Artennamen den Pflanzenbildern zuordnen
- Diskussion der Anpassungsmerkmale

Tipps
- Die Schüler sollten durch den vorangegangenen Fachunterricht in der Lage sein, die physiologische Bedeutung der Anpassungserscheinungen bei Xerophyten zu erläutern.
- Sie können während der virtuellen Exkursion weitere Pflanzen mit diesen oder ähnlichen Anpassungserscheinungen (Xerophyten) finden.

8. Anpassung von Arten an ihre Umwelt
8.1 Vergleich ausgewählter Pflanzenarten

Du befindest dich auf der virtuellen Exkursion in der Porphyrkuppen-Landschaft bei Halle an der Saale.

1. Welche Arten sind hier abgebildet?

2. Sind sie an den Trockenrasen angepasst? Woran ist das zu erkennen?

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de

PRONAS

Kapitel **Exkursion ⇨ Halle**

Modul 9.1 Hecken und Gehölze

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können die Eingriffe des Menschen in das ökologische Gleichgewicht beschreiben und die vielfältigen Folgen auf die Biodiversität benennen. Sie sind in der Lage, die Notwendigkeit verantwortungsbewussten Verhaltens zum Schutz und zur Erhaltung von natürlichen bzw. naturnahen Ökosystemen abzuleiten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Beschreibung der Landschaftsveränderungen auf den drei farbigen Abbildungen
- Analyse der Artenzusammensetzung der drei Szenarien
- Diskussion über die Gründe für den Artenrückgang und -möglicher Maßnahmen zur Renaturierung und damit zur Wiederherstellung der ursprünglichen Biodiversität
- Diskussion der Anpassungsmerkmale durch Interpretation verschiedener Abbildungen

Tipps
- Film des SWR im unter Planet Schule – Unterrichtsfernehen (14:44 min):
- http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=741

9. Veränderung der Landnutzung
9.1 Hecken und Gehölze

Aus überwiegend bewaldeten Gebieten im Mittelalter entstanden mit der Entwicklung der Landwirtschaft auch Hecken und kleinere Gehölze. Zunächst waren sie nur Reste des gerodeten Waldes, die für die Landwirtschaft nicht nutzbar waren, doch bald erfüllten sie verschiedene Aufgaben für die Bauern. Im Rahmen von Flurbereinigungen und Begradigungen von Wegen und Fließgewässern wurden im letzten Jahrhundert viele Hecken und Feldgehölze entfernt. Erst nach und nach erkannte man, dass Hecken und Feldgehölze in überwiegend landwirtschaftlich geprägten Gegenden nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Funktionen erfüllen.

1. Nenne drei Beispiele für Funktionen, die Hecken früher in der Landwirtschaft erfüllten.

.....
.....
.....

2. Aus welchen Gründen wurden viele Hecken und Feldgehölze entfernt?

.....
.....
.....

3. Nenne Beispiele für negative Folgen der Flurbereinigungen.

.....
.....
.....

4. Beschreibe ökologische Funktionen von Hecken.

.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel Exkursion ⇨ Halle

Modul 9.2 Biodiversität in Hecken und Gehölzen

Kompetenzentwicklung
Die Schüler können anhand der Abbildungen und Materialien den Zusammenhang von Landschaftsveränderung im Rahmen von Landnutzung und der Veränderung des Artenspektrums beschreiben. Sie können am Beispiel von Hecken und Feldgehölzen den Einfluss dieser Kleinökosysteme auf andere Ökosysteme (Feldflur) ableiten. Sie sind in der Lage, Ökosysteme als offene Systeme zu erläutern.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Vorgehensweise ist ähnlich dem Material von Modul 9.1.
- Analyse des Einfluss‘ von Hecken bzw. Gehölzen auf die umgebende Feldflur
- dabei Herstellung von Verknüpfungen zu den Kenntnissen über Nahrungsketten und über die Wirkung abiotischer Faktoren im Ökosystem

Tipps
Internetquellen:
- Film des SWR im unter Planet Schule – Unterrichtsfernehen (14:44 min):
- http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=741

Aus überwiegend bewaldeten Gebieten im Mittelalter entstanden mit der Entwicklung der Landwirtschaft auch Hecken und kleinere Gehölze. Zunächst waren sie nur Reste des gerodeten Waldes, die für die Landwirtschaft nicht nutzbar waren, doch bald erfüllten sie verschiedene Aufgaben für die Bauern. Im Rahmen von Flurbereinigungen und Begradigungen von Wegen und Fließgewässern wurden im letzten Jahrhundert viele Hecken und Feldgehölze entfernt. Erst nach und nach erkannte man, dass Hecken und Feldgehölze in überwiegend landwirtschaftlich geprägten Gegenden nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Funktionen erfüllen.

1. Welche Funktionen erfüllten Hecken früher in der Landwirtschaft?

.....
.....

2. Nennen Sie verschiedene landwirtschaftliche oder handwerkliche Produkte, deren Materialien aus Heckenpflanzen gewonnen wurden (werden)!

.....
.....

3. Im Rahmen von Flurbereinigungen und Begradigungen von Wegen und Fließgewässern wurden viele Hecken entfernt.

a) Nennen Sie Gründe dafür.

.....
.....

b) Beschreiben Sie die Folgen.

.....
.....

4. Erläutern Sie die ökologischen Funktionen von Hecken.

.....
.....

Modul 9.3 Landnutzungswandel im Hochharz

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können die Folgen anthropogener Nutzung und Klimaänderungen auf Moore und Walökosysteme erklären.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Einstieg über regionale Schlagzeilen zu Extremwettererscheinungen, Fantasiereise zum Brocken, Reisebericht von Goethe, Realfotos
- Bearbeitung des Arbeitsblattes parallel zur Lernsoftware PRONAS
- Vergleich im Unterrichtsgespräch oder in Partner- bzw. Gruppenarbeit, indem die Schüler ihre Ergebnisse präsentieren und den Erkenntnisweg reflektieren

Tipps
- Verknüpfen mit dem Fach Biologie
- Eingehen auf Wechselbeziehungen in Ökosystemen sowie
- Belastbarkeit und Schutz der Ökosysteme, biologische Diversität

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Harz ⇨ Großes Torfhausmoor und Waldwandelweg**

Der heutige Nationalpark Harz ist eine Landschaft, die bis heute ständigen Veränderungen unterworfen ist. Zu den Ursachen werden die Klimaveränderungen und die menschliche Nutzung gezählt.

1. Klimaveränderungen im Harz

Brocken (1142 m ü. N)
02.02.1981 – 31.12.2006

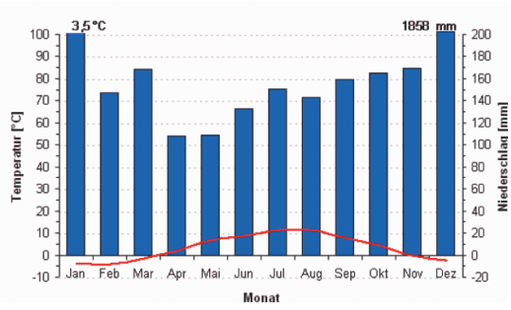


Abb. 1. (Datenbasis: Klimadatenbank Sachsen-Anhalt)

Brockengipfel (1142 m ü. N)
(lange Zeitreihen 1956 - 2006)

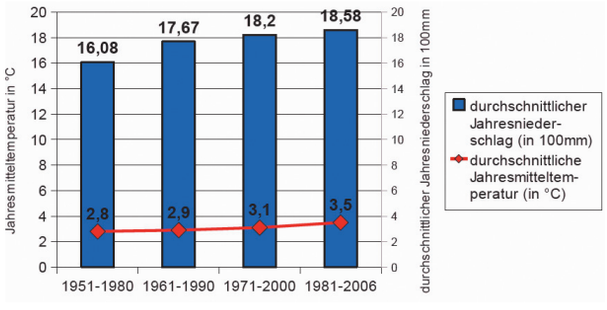


Abb. 2. (Datenbasis: Klimadatenbank Sachsen-Anhalt)

Werte das Klimadiagramm vom Brocken aus Abbildung 1 und vergleiche die Ergebnisse mit der Zeitreihe (1951-2006) des Brockengipfels (Abb. 2).

.....

.....

2. Moor- und Waldveränderungen im Harz

Moor- und Waldveränderungen im Harz zählen zu Formen von Landschaftsveränderungen, die vom Menschen verursacht sind. Ergänze dazu die folgende Tabelle.

	Veränderungen im Moor	Veränderungen im Wald
Ursachen		
Menschlicher Eingriff		
Folgen		

3. Veränderungen von Lebensräumen – die Verbreitung von Fichten im Harz

Beschreibe für den Lebensraum der Fichtenbestände in Europa die möglichen Veränderungen für 2050 und 2080.

.....

.....

.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Exkursion ⇨ Halle ⇨ Großes Torfhausmoor und Waldwandelweg**

Modul 10.1 Natterwurz-Perlmutterfalter und Wiesenknöterich

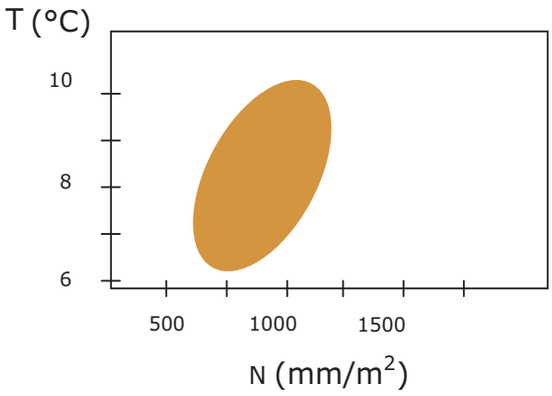
Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Wechselbeziehungen in Ökosystemen und damit verbundene Zusammenhänge von Organismen verschiedener Arten beschreiben. Die Schüler können die dynamische Entwicklung der interspezifischen Wechselwirkung zwischen den beiden Organismen anhand von Modellvorstellungen ableiten. Sie sind in der Lage, das Verschwinden von Arten in die Problematik des Klimawandels einzuordnen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Einstieg: Wiederholung bisher bekannter Toleranzkurven bezogen auf einen abiotischen Faktor (Temperatur) des Natterwurz-Perlmutterfalters
- Problemfrage: Trotz optimaler Temperatur kommt im fiktiven Gebiet G2 kein Natterwurz-Perlmutterfalter vor – warum?
- Hypothesenformulierung
- Gruppenarbeit mit den Arbeitsblättern (2 große Gruppen - Partnerarbeit ebenso möglich)
- Auswertung mit Lösungsansatz für die Problemfrage

Tipps
- Inhaltlich: Die Raupe des Natterwurz-Perlmutterfalters benötigt den Wiesenknöterich als Futterpflanze
- Literatur:
  1. Bioskop Gesamtband SII, Westermann, 2010.
  2. Linder Biologie Gesamtband - Lehrbuch für die Oberstufe, Schroedel, 2005.
     - bietet fundierte fachliche Grundlagen zur ökologischen Nischenmodellierung.
     - Diskussion: Impulse notwendig zur Bedeutung der Bestäuber für den Menschen

Der Natterwurz-Perlmutterfalter *Boloria titania* ist ein Schmetterling, der in Deutschland im Alpenvorland und im Schwarzwald vorkommt.

1. Werten Sie folgendes Diagramm aus und geben Sie Auskunft über die Beschaffenheit des Lebensraumes des Natterwurz-Perlmutterfalters bezogen auf die zwei vorgegebenen abiotischen Faktoren. Es handelt sich dabei um das Jahresmittel der Temperatur T und die durchschnittlichen Jahresniederschlagssumme N.



Das Szenario RED in PRONAS beschreibt eine Welt, in der vor allem der Markt regiert und kaum auf Umweltschutz geachtet wird. Die Folge wäre eine weltweite Temperaturerhöhung von durchschnittlich 4,1°C bis 2080.
Nehmen wir an, der Schmetterling kommt heute, im Jahr 2010, im Gebiet G1 vor, in dem folgende Klimadaten gemessen werden: Jahresmittelwert der Temperatur: 7,5°C und Jahresniederschlag: 1000 mm/m2.
Im Jahr 2050 könnte die Klimaveränderung dazu führen, dass es in diesem Gebiet wärmer und trockener wird. Die Daten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Klima im Gebiet G1/ Jahr	2010	2050 (Modellrechnungen auf der Basis von Szenario RED)
Jahresmittelwert der Temperatur in °C	7,5	8,5
Jahresniederschlag in mm/m2	1000	800

2. Leiten Sie ab, welche Folgen diese Klimaveränderung im Gebiet G1 für das Vorkommen des Natterwurz-Perlmutterfalters hätte.

3. Vergleichen Sie die Toleranzbereiche von Wiesenknöterich und Natterwurz-Perlmutterfalter vor und nach der Klimaveränderung und informieren Sie sich über die interspezifische Beziehung zwischen beiden Organismen. Nutzen Sie dabei die Lernsoftware PRONAS.

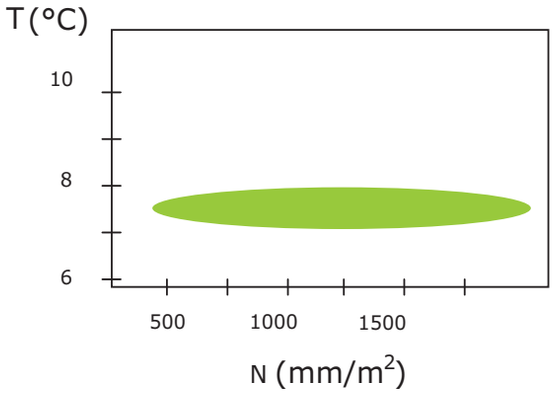
Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

Kapitel **Artengalerie; Wissenschaft ⇨ Interaktionen**

10. Interaktionen von Arten
10.1 Natterwurz-Perlmutterfalter und Wiesenknöterich (2)

Der Wiesenknöterich *(Polygonum bistorta)* ist eine Krautpflanze, die in Deutschland in verschiedenen Regionen, unter anderem im Alpenvorland und Schwarzwald vorkommt.

1. Werten Sie folgendes Diagramm aus und geben Sie Auskunft über die Beschaffenheit des Lebensraumes des Wiesenknöterichs bezogen auf die zwei vorgegebene abiotischen Faktoren. Es handelt sich dabei um das Jahresmittel der Temperatur T und die durchschnittlichen Jahresniederschlagssumme NS.



Nehmen wir an, der Wiesenknöterich kommt heute im Gebiet G1 vor, in dem folgende Klimadaten gemessen werden: Jahresmittelwert der Temperatur: 7,5°C und Jahresniederschlag: 1000 mm/m². Im Jahr 2050 könnte die Klimaveränderung dazu führen, dass es in diesem Gebiet wärmer und trockener wird. Die Daten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Klima im Gebiet G1/ Jahr	2010	2050 (Modellrechnungen auf der Basis von Szenario RED)
Jahresmittelwert der Temperatur in °C	7,5	8,5
Jahresniederschlag in mm/m2	1000	800

2. Leiten Sie ab, welche Folgen diese Klimaveränderung im Gebiet G1 für das Vorkommen des Wiesenknöterichs hätte.

3. Vergleichen Sie die Toleranzbereiche von Wiesenknöterich und Natterwurz- Perlmutterfalter vor und nach der Klimaveränderung und informieren Sie sich über die interspezifische Beziehung zwischen beiden Organismen.
Nutzen Sie dabei die Lernsoftware PRONAS.

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS

4. Diskutieren Sie ihre Ergebnisse unter Berücksichtigung folgender Aussage: „Ein Schmetterling verschwindet aus unserer Region – na und?“

Modul 10.2 Fichtenborkenkäfer

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Pflanzen und Tiere als Lebensgemeinschaft beschreiben und daraus Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Verhalten im Umgang mit der Natur ableiten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Gruppenarbeit, besonders für die Aufgabe 2 entsprechend den drei Szenarien empfehlenswert
- Präsentation der Ergebnisse der Gruppenarbeit und der Recherchen in Kurzvorträgen
- Verdeutlichung der Auswirkungen des Klimawandels an einem konkreten Beispiel

Tipps
Arbeit im Computerkabinett (mindestens 45 Minuten)

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**
Wissenschaft ⇨ Szenarien

Interaktionen von Arten
10.2 Fichtenborkenkäfer (1)

In größeren Beständen von Fichten-Forsten, wie es im Harz der Fall ist, ist der Fichten-Borkenkäfer ein nicht zu unterschätzendes Problem für den Förster. Der Käfer befällt bevorzugt Bäume, die durch Wild oder extreme klimatische Bedingungen schon vorgeschädigt sind. Die Borkenkäfer sind für ihre Fortpflanzung auf die Bäume angewiesen. Durch den Klimawandel wird es für die Fichte zu trocken.

1. Recherchieren Sie in der Lernsoftware PRONAS, bei welchem Szenario die Fichte in welchem Maße aus ihren Verbreitungsgebieten in Mitteleuropa verdrängt wird.

.....
.....
.....
.....

2. Der Borkenkäfer durchläuft eine vollständige Metamorphose. Erklären Sie diesen Begriff.

.....
.....
.....
.....

3. Borkenkäfer leben häufig zu Hunderten im Bast von Fichten. Dies widerspricht anscheinend dem Konkurrenzausschlussprinzip. Nehmen Sie dazu Stellung.

.....
.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie**
Exkursion ⇨ Torfhaus

4. Finden Sie die jeweils voll zutreffende Antwort mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS.

1. Von den bekanntesten Borkenkäfern ist der Größte der
A Kupferstecher
B Buchdrucker
C Kleiner Waldgärtner
D Großer Waldgärtner

2. Von den bekanntesten Borkenkäfern ist der Kleinste der
A Kupferstecher
B Buchdrucker
C Kleiner Waldgärtner
D Großer Waldgärtner

3. Fichten werden vorwiegend befallen von
A Kupferstecher und Buchdrucker
B Kleinem und Großem Waldgärtner
C nur Buchdrucker
D nur Großer Waldgärtner

4. Kiefern werden vorwiegend befallen von
A Kupferstecher und Buchdrucker
B Kleiner und Großer Waldgärtner
C nur Buchdrucker
D nur Großer Waldgärtner

5. Eine „Rammelkammer" erkennt man am schlechtesten beim
A Kupferstecher
B Buchdrucker
C Kleinen Waldgärtner
D Großen Waldgärtner

6. Borkenkäfer entwickeln sich durch
A direkte Entwicklung
B vollständige Metamorphose
C unvollständige Metamorphose
D Jungfernzeugung

7. Eine Borkenkäferplage ist häufig Folge von
A Unwettern
B Monokulturen
C Abholzungen
D Klimawandel

8. Zur Bekämpfung der Borkenkäfer werden hauptsächlich angewandt
A Pheromonfallen
B Kescher
C Sprühdosen
D Messer zur Entfernung der Borke

9. Natürliche Feinde der Borkenkäfer sind
A größere Käfer
B Ameisen
C Spechte und Singvögel
D Eulen

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie**
Exkursion ⇨ Torfhaus

Modul 10.3 „Schädlinge" und „Nützlinge"

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt beschreiben. Sie können Nahrungsbeziehungen im Wald und die vom Menschen willkürlich vergebenen Bezeichnungen „Schädling" und „Nützling" bewerten.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Lernsoftware PRONAS als vorbereitende Hausaufgabe
- Bearbeitung von Multiple-Choice-Test in Gruppen

Tipps
- eine Waldexkursion könnte vorangehen
- befallene Bäume anschauen
- Verknüpfung mit dem Fach Ethik

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Der „Holz erntende“ Waldbesitzer spricht von „Nützlingen“ und „Schädlingen“, wobei er z.B. den Borkenkäfer als Schädling einordnet. Beantworte folgende Fragen mit Hilfe der Lernsoftware PRONAS.

1. Nenne zwei allgemeine Schäden, die durch Insekten an Bäumen hervorgerufen werden.

.....
.....
.....

2. Insekten werden häufig erst durch Fehler der Menschen zu Schädlingen. Erläutere eine Ursache, wodurch Insekten zur Plage werden können.

.....
.....
.....

3. „Nützlinge“ sind für den Waldbesitzer die natürlichen Fressfeinde oder auch Parasiten. Nenne je eine Art von Organismen, die zu diesen Gruppen gehören.

.....
.....
.....

4. Durch „Nützlinge“ kann man die „Schädlinge“ zahlenmäßig reduzieren und damit größere Schäden von einem Waldgebiet abwenden. Erörtere Vor- und Nachteile für zwei weitere Bekämpfungsmethoden.

.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie**
Exkursion ⇨ Torfhaus

Fach Biologie, Klassen 9/10
Dauer 90 Minuten
Inhalt Räuber-Beute-Beziehung, Verhaltensweisen von Insekten (Brutpflege)

Modul 10.4 Der Große und der Kleine Waldgärtner

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Wechselwirkungen zwischen Gliedern der Lebensgemeinschaft Wald sowie die Folgen ableiten, die durch Eingriffe des Menschen in Lebensräume resultieren.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- vorbereitende Hausaufgabe: Vertraut machen mit der Lernsoftware PRONAS
- Untersuchen von Kiefern in der näheren Umgebung zur Erstellung der Fraßbildern
- Verdeutlichen ökologischer Gesetzmäßigkeiten in Populationen zur Regulation der Populationsdichte

Tipps
- eine Waldexkursion könnte vorangehen
- befallene Bäume anschauen

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel Exkursion ⇨ Halle

Der Große und Kleine Waldgärtner sind Borkenkäferarten, die bevorzugt Kiefern befallen.

1. Erstelle je eine Skizze der Fraßbilder dieser Käfer und vergleiche sie.

Gemeinsamkeiten:

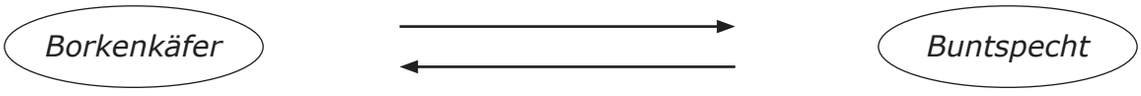
.....

.....

Unterschiede:

2. Der Buntspecht ist ein natürlicher Feind der Borkenkäfer. Stelle deren Nahrungsbeziehung in einem Schema dar und kennzeichne an den Pfeilen den Zusammenhang wie folgt:

Je mehr, umso mehr / je weniger, umso weniger → +
Je mehr, umso weniger → -



3. Nahrungsbeziehungen von Borkenkäfer und Buntspecht sind nur im naturnahen Mischwald, nicht aber im Forst mit einer Monokultur erfolgreich. Begründe diese Feststellung.

.....

.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Artengalerie**
Exkursion ⇨ Torfhaus

Modul 11.1 Vergleich der PRONAS-Exkursionen

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können unterschiedliche Lebensräume und deren Ursachen mit Hilfe der virtuellen Exkursionen analysieren und vergleichen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf

- Einstieg in Stammgruppen (Empfehlung: 4 Schüler pro Gruppe): Verortung der 4 Exkursionsgebiete mit Hilfe einer geeigneten Karte
- Bilden von Expertengruppen, Zuordnung von jedem Mitglied einer Stammgruppe einer andere virtuelle Exkursion: pro Expertengruppe wird eine virtuelle Exkursion hinsichtlich Zielstellung, natürlicher Ausstattung und Veränderung durch den Menschen analysiert
- Austausch in den Stammgruppen: Austausch in den Stammgruppen, Finden von Gemeinsamkeiten und Unterschieden

Tipps

- für die Analyse einheitliche Kriterien möglichst mit den Schülern festlegen
- Beschäftigung mit den virtuellen Exkursionen als vorbereitende Hausaufgabe (Verschaffen eines Überblicks)

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de

PRONAS

Kapitel
Exkursion ⇨ Torfhaus
Exkursion ⇨ Benediktbeuren
Exkursion ⇨ Halle
Exkursion ⇨ Papenburg
Wissenschaft ⇨ Szenarien

1. Lagebestimmung
Tragt in die Karte die Lage der vier PRONAS-Exkursionen ein.

Legende:
1. Benediktbeuren – Zentrum für Umwelt und Kultur
2. Ökoschule Franzigmark bei Halle (Saale)
3. Ökologisch Historische Bildungsstätte Papenburg
4. Besucherzentrum Torfhaus im Harz

2. Vergleicht die in den PRONAS-Exkursionen vorgestellten Ökosysteme.
Nutzt die Tabelle.

PRONAS-Exkursion	Ökosystem	Gefährdung durch Landnutzung	Einfluss des Klimawandels

Modul 11.2 Torfhaus

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können die räumliche und zeitliche Struktur eines naturnahen Waldes, komplexe Beziehungen zwischen den Elementen eines Ökosystems und natürliche Veränderungen (Sukzession) dieses Waldes analysieren.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Vorbereitung der realen Exkursion durch die virtuelle Exkursion des Lernprogramms im Computerkabinett
- Förderung des Erfassens einer Sukzession durch Fachinhalte (Bildtafeln) und eigene Beobachtungsaufgaben durch Nutzung des Wald-Wandelweg
- Sinnliches Erfassen des Biotops als Schwerpunkt der Exkursion, Unterstützung durch effektiven Einsatz des Arbeitsblattes

Tipps
- Die reale Exkursion sollte im Besucherzentrum des Nationalparks beginnen. Die Mitarbeiter geben gern Auskunft über die geologischen, geographischen sowie die ökologischen Eigenschaften des Exkursionsgebietes.
- Sonderwünsche zu Planung und Durchführung der Exkursion werden nach vorheriger Anmeldung für die Lerngruppen erfüllt.
- Material: Arbeitsblatt, Zeichenmaterial, Kamera, Videorecorder

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Tom und Tina haben Lust bekommen, die Lebewesen in freier Natur zu entdecken. Gehe auch du in PRONAS auf ***Exkursion*** und begib dich auf einen Ausflug deiner Wahl. Alle Exkursionen beginnen in einem Besucherzentrum oder Nationalparkhaus. Komm mit uns in den Hochharz nach Torfhaus.

Im Besucherzentrum wirst du freundlich von den Nationalpark-Rangern empfangen.

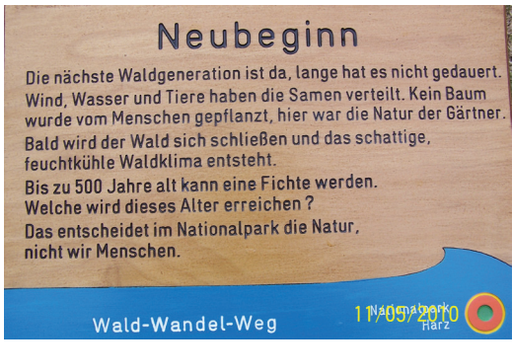
1. Schau dich um und finde heraus, welche Aufgaben sich die Naturhüter des Nationalparks Hochharz gestellt haben.

.....
.....
.....
.....

2. Auf der Wanderung durch den Harz entdeckst du den *Wald-Wandel-Weg.* Beschreibe das Naturphänomen, welches du dort vorfindest.

.....
.....
.....
.....

3. Suche dir den Standort „Neubeginn". Erkläre das Phänomen des Prozess-Schutzes.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Exkursion ⇨ Torfhaus**

Fach	Geographie, Klassen 9/10
Dauer	90 Minuten
Inhalt	Syndrome des globalen Wandels mit Schwerpunkt Biodiversität

Modul 12.1 Globaler Wandel und Biodiversität

Kompetenzentwicklung
Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen Kernproblemen und Syndromen des globalen Wandels beschreiben. Sie sind in der Lage, mit Hilfe von Symptomen des globalen Wandels Ursache-Wirkungsbeziehungen darzustellen.

Vorschläge für den Unterrichtsverlauf
- Unterrichtseinstieg über Kernprobleme des globalen Wandels, Beachtung der Aktualität und Lebensnähe
- Herausstellen des Zusammenhangs zwischen Kernproblemen und Syndromen (Arbeitsblatt 1)
- Integrieren von Symptome in Ursache-Wirkungsgefügen
- Partner- und Gruppenarbeit, aber auch Einzelarbeit möglich
- Zum Aufzeigen der Interdisziplinarität und Vielperspektivität Reflexion zum Abschluss

Tipps
- Voraussetzung: Vorkenntnisse zu Kernproblemen und Syndromen wünschenswert
- Einbindung der Originalseiten des WBGU (www.wbgu.de)
- Aufzeigen der eigenen Person innerhalb des Wirkungsgefüges wichtig
- Beispiele von Beziehungsgeflechten von Syndromen unter www.wbgu.de

Siehe Lernsoftware
www.pronas.ufz.de
PRONAS
Kapitel **Gesamte Software**
Wissenschaft ⇨ Szenarien

Das Syndromkonzept des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) ist ein interdisziplinärer Ansatz, der versucht, nicht nachhaltige globale Umweltveränderungen zu beschreiben. Dabei werden neben Einzelphänomene auch wichtigen Faktoren, die an solchen Prozessen beteiligt sind, erfasst und zusammenhängend mit ihren Wechselwirkungen und gegebenenfalls mit Rückkopplungseffekten dargestellt. Die Grundlage des Syndromkonzeptes wird durch die Kernprobleme des globalen Wandels dargestellt. (www.wbgu.de)

1. Kernprobleme der Menschheit mit globaler Reichweite
Stellen Sie Zusammenhänge zwischen den einzelnen Kernproblemen und Syndromen her, wobei das Kernproblem „Verlust an Biodiversität" besondere Beachtung finden soll.

Kernproblem / Syndrom	Klimawandel	Verlust an Biodiversität	Bodendegradation	Süßwasserverknappung	Gefährdung der Weltgesundheit	Gefährdung der Welternährung	Bevölkerungsentwicklung	Anthropogene Naturkatastrophe	Übernutzung und Verschmutzung der Weltmeere	Globale Entwicklungsdisparitäten
Sahel-Syndrom		■	■	■		■	■	■		■
Raubbau-Syndrom	■	■	■	■				■	■	■
Landflucht-Syndrom		■	■			■	■	■		■
Dust-Bowl-Syndrom	■	■	■	■		■		■		
Katanga-Syndrom		■	■	■						
Massentourismus-Syndrom		■	■	■				■		
Verbrannte-Erde-Syndrom		■	■		■	■	■			■
Aralsee-Syndrom	■	■	■	■			■	■		■
Grüne-Revolution-Syndrom		■	■	■	■	■	■			■
Kleine-Tiger-Syndrom	■	■	■	■	■		■			■
Favela-Syndrom	■		■	■	■		■			■
Suburbia-Syndrom	■	■	■	■						
Haverie-Syndrom		■	■		■					
Hoher-Schornstein-Syndrom	■	■	■		■	■		■		
Müllkippen-Syndrom		■	■		■					
Altlasten-Syndrom		■	■		■				■	

(Quelle: www.wbgu.de, verändert)

.....
.....
.....
.....

2. Beschreiben Sie die möglichen Auswirkungen der Szenarien GREEN, YELLOW und RED auf die Zusammenhänge von Kernproblemen und Syndromen (vergleiche 1).

.....
.....
.....

GREEN

.....
.....
.....

YELLOW

.....
.....
.....

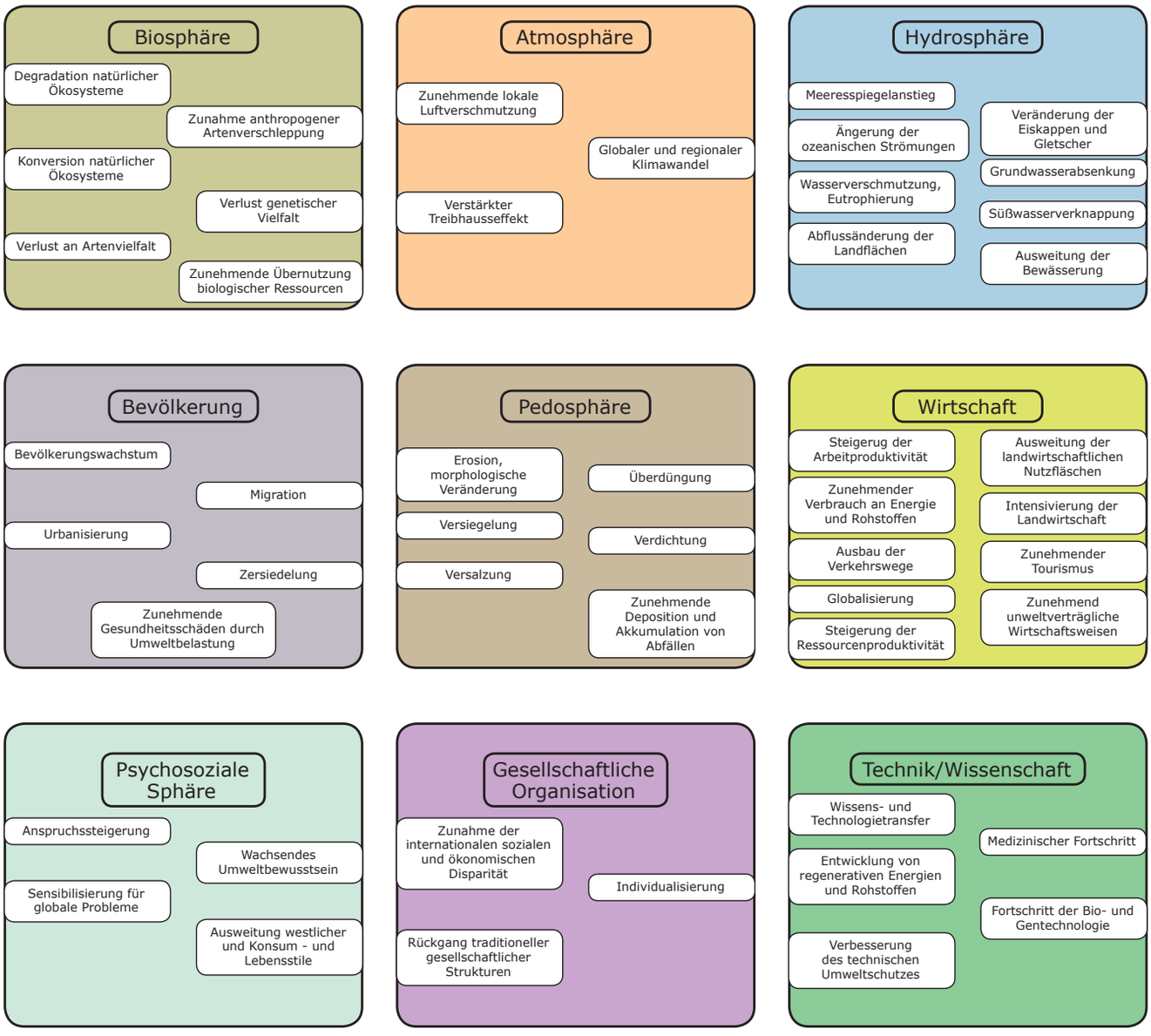
RED

.....
.....
.....

Syndrome des globalen Wandels

Die Syndrome des globalen Wandels werden als Krankheitsbilder der Erde beschrieben, die durch unterschiedliche Symptome gekennzeichnet sind. Durch mehrere voneinander abhängige Symptome werden Ursache-Wirkungsbeziehungen dargestellt, indem Regelkreise erstellt werden können.

3. Kennzeichnen Sie in der Abbildung mögliche Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den dargestellten Symptomen (Auswahl).



(Quelle: www.wbgu.de, verändert)

III. Erwartungsbilder und Lösungen

Modul 1.1 Ein Softwareprogramm zur Biodiversität

1. Wirkt sich das Leben und Arbeiten von uns Menschen wirklich nachhaltig auf unsere Umwelt aus? Wird es auch im Jahr 2050 noch den Zitronenfalter bei uns geben, die Erdkröte oder den Laubfrosch? Wie sieht es mit unseren Bäumen aus?

2. Voraussagen, Prognosen, wie die Welt in 40 Jahren aussehen könnte.

3. Tina: Wäre toll, in die Zukunft blicken zu können.
Tom: Die Zukunft wird bestimmt schrecklich. Die Tiere und Pflanzen sterben doch jetzt schon alle aus.

4. Optimistischer oder pessimistischer Standpunkt in Anlehnung an Tom und Tina

5. UFZ besuchen, Department für Biodiversitätsforschung, Leute ansprechen (Dr. Joseph): Landnutzung, Klima, Boden, ALARM – Projekt studieren

Modul 2.1 Wert der biologischen Vielfalt

Der weltweite Verlust von Artenvielfalt und Ökosystemen verursacht jährliche Kosten zwischen 2 und 4,5 Mrd. US Dollar. Das entspricht einem Anteil von 3,3 bis 7,5 Prozent der weltweiten Wirtschaftsleistung [1].	**Ökonomische Wertvorstellung**
Die Bodenerosion in Europa verursacht Kosten in Höhe von 53 Euro pro Hektar jährlich [1].	**Ökonomisch**
Das Aussterben eines Großteils der nordamerikanischen Bienenschwärme im Jahr 2007 führte zu rund 15 Milliarden US-Dollar Kosten für Produzenten in den USA [1].	**Ökonomisch**
Wegen der extensiven Rodung von Wäldern auf den Philippinen und dem damit einhergehenden Wassermangel kann das regionale Wasserkraftwerk nur noch in Intervallen arbeiten. Das führt zu Produktionseinbußen in der Wirtschaft. [1]	**Ökonomisch**
Die biologische Vielfalt gilt als Basis für viele Wirtschaftszweige. So hängen sowohl Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft davon ab.	**Ökonomisch**
Ob Kürbis oder Kakao, ob Sonnenblume, Erdbeeren, Äpfel oder Kaffee - ohne Bestäubung durch Bienen liefern die Pflanzen weder Früchte noch Samen.	**Ökologisch/ ökonomisch**
Der Ertrag von 84 Prozent aller in Europa angebauten Kulturpflanzen hängt direkt von Insektenbestäubung, und dabei insbesondere den Bienen ab.	**Ökologisch**
Ein Drittel der Nahrungspflanzen weltweit hängt von der Bestäubung durch Insekten ab. Das entspricht 9,5 Prozent des Wertes der jährlichen Weltagrarproduktion an Lebensmitteln - 153 Milliarden Euro im Jahr 2005 [2].	**Ökonomisch**

Eine halbe Milliarde Menschen hängen in ihrem Lebensunterhalt von den Korallenriffen ab [3].	**Ethisch/ ökonomisch**
Nichteinheimische (invasive) Arten können einen bedeutenden Einfluss auf Gesellschaft und Umwelt haben, da sie neue Krankheiten übertragen können, Ökosystemprozesse verändern, die Biodiversität reduzieren, Kulturlandschaften beeinträchtigen, den Erholungswert der Landschaft und von Wasserflächen mindern können [4].	**Ökologisch**
Die Artenvielfalt ist eine entscheidende Grundlage für die menschliche Ernährung und Gesundheit.	**Ethisch**

Modul 2.2 Wie können wir die biologische Vielfalt schützen?

1.

Naturpark	Thüringer Wald (Thüringen)
Naturschutzgebiet	Urwald am Dreisessel (Bayern)
Nationalpark	Harz (Niedersachsen, Sachsen-Anhalt)
Biosphärenreservat	Mittlere Elbe (Brandenburg, Sachsen-Anhalt)
Landschaftsschutzgebiet	Osterzgebirge (Sachsen)

2. Rote Mauerbiene, Blattschneiderbiene, Sandbiene, Furchenbiene, Glockenblumen-Sägehornbiene.

3. Bienenhotels mit Niströhren, z.B. hohle Pflanzenstängel; Löwenzahn, Wiesenthymian, Wiesensalbei, Brombeerhecken, Hahnenfuß, Ehrenpreis, Kratzdistel, Glockenblumen, Hornklee, Wiesen-Habichtskraut.

Modul 3.1 Folgen von Klimaveränderungen und deren Darstellung

1. Klimaveränderungen

- Zunahme von Extremwettererscheinungen
- schnelle Klimaveränderungen
- anthropogene Ursachen

2. Umweltveränderungen

- Verschwinden von Lebensräumen von Tier- und Pflanzenarten
- Verschieben von Blüte- und Brutzeiten
- Verändern von Flüssen und Bächen
- Abschmelzen von Gletschern
- Ansteigen des Meereswasserspiegels
- Vordringen neuer Krankheitserreger

3. Szenarien

a)
- GREEN: Die Entwicklung der zukünftigen Welt erfolgt unter Nachhaltigkeitsaspekten (Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft).
- YELLOW: Die Entwicklung der zukünftigen Welt erfolgt stark unter wirtschaftlichen Aspekten, wobei auch der Umweltschutz und soziale Aspekte Berücksichtigung finden.
- RED: Die Entwicklung der zukünftigen Welt erfolgt unter rein wirtschaftlichen Aspekten, die ökologischen und sozialen Entwicklungsaspekte spielen kaum eine Rolle.

b) Beispiel: Dukaten-Feuerfalter
- zunehmende Verbreitung im Norden Skandinaviens, Abnahme auf dem europäischen Festland, je nach Szenario (GREEN, YELLOW, RED) ist die Abnahme unterschiedlich stark ausgeprägt, bei RED Totalverlust auf dem europäischen Festland

4. Wissenschaftliche Methoden

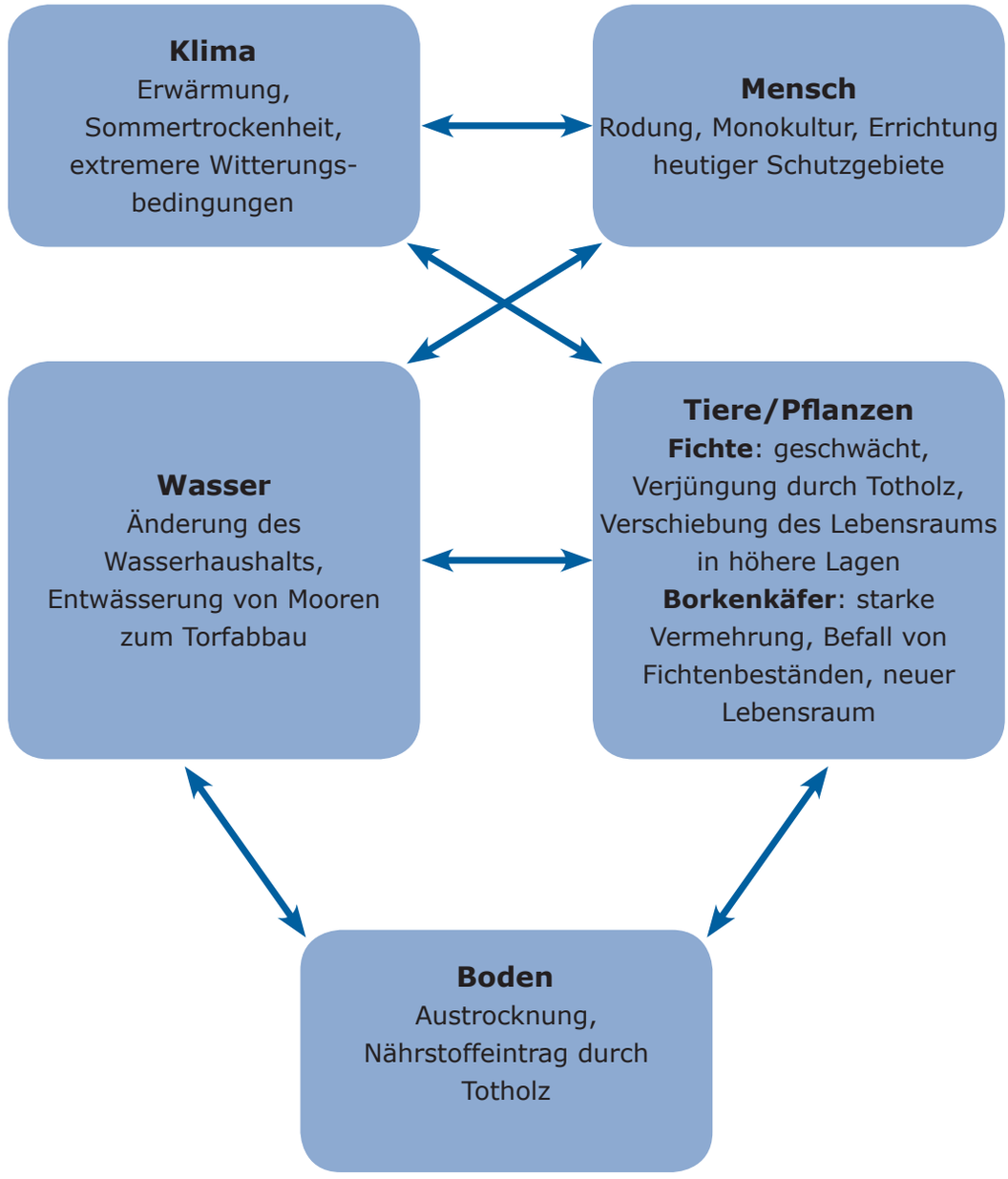
- Klimanischenmodellierung

Modul 3.2 Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf das Ökosystem Harz

1. Veränderungen im Harz durch Klima und Landnutzung

- Erwärmung, Sommertrockenheit, extreme Wettererscheinungen
- Rodung, Monokultur, Entwässerung von Mooren zum Torfabbau, Errichtung von Schutzgebieten

2. Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf Ökosysteme am Beispiel des Harzes



Modul 4.1 Wir stellen uns künftige Welten vor

1. Annahmen, wie die Welt in den kommenden Jahren aussehen könnte

2. Wirtschaft, Politik, Transport, Handel, Landnutzung, Tourismus

3. GREEN: Nachhaltige Entwicklung als Schwerpunkt, hoher Stellenwert von Umwelt- und Naturschutz
YELLOW: Wirtschaftswachstum von hoher Bedeutung, bei halbherzigem Umwelt- und Naturschutz
RED: Wirtschaftswachstum als Ziel wesentlicher politischer Entscheidungen, Umwelt- und Naturschutz hat nur eine geringe Bedeutung

4. Diskussion über Möglichkeiten des Klimaschutzes

Modul 4.2 In Zukünften denken – die Gegenwart gestalten

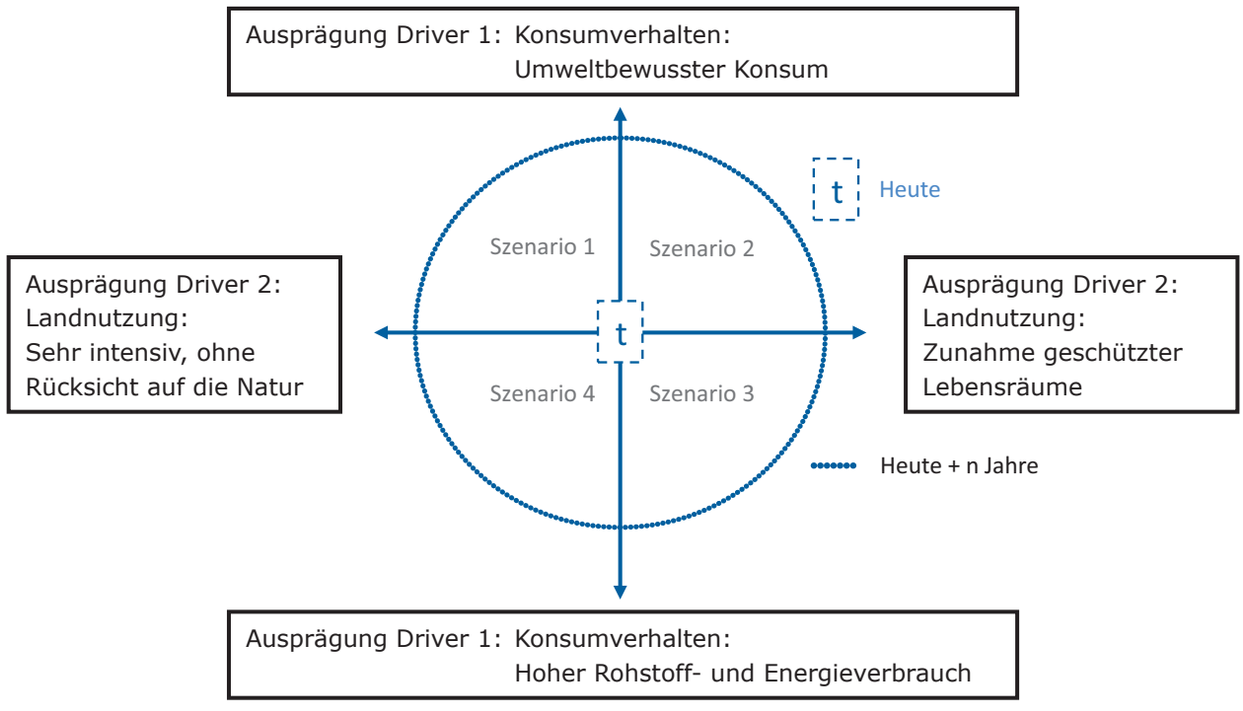
Arbeitsblatt 1

Wenn wir wissen, dass ein bestimmtes Ereignis höchst wahrscheinlich sicher eintritt, wie der Klimawandel oder der Anstieg des Meeresspiegels, dann können wir uns heute in der Gegenwart darauf einstellen und vorbereiten. Die Fachtermini bei der Entwicklung von Zukunftsszenarien sind dafür „Givens" und „Driver". Soll eine konsistente Geschichte über die Zukunft erzählt werden, sind die Givens von Bedeutung, denn sie werden mit großer Wahrscheinlichkeit eintreten und das Bild von einer möglichen Zukunft konkretisieren. Daher müssen die gleichen Givens in jedem beschriebenen Szenario eine Rolle spielen. In den PRONAS-Szenarien beschreiben die Givens, dass es zu einem Klimawandel und zum Anstieg der Meere kommen wird. Das Ausmaß dieser Veränderungen ist jedoch von Szenario zu Szenario verschieden. Es ist jedoch wichtig hervorzuheben, dass auch im wünschenswertesten Szenario GREEN die Menschen in

Europa mit mehr Unwetter, größeren Windstärken und vor allem im Mittelmeerraum mit Wasserknappheit zu kämpfen haben werden. Driver sind die Prozesse, die wir heute in einem gewissen Rahmen so beeinflussen können, dass sich eine für uns erstrebenswerte Zukunft entwickelt. Beim Erzählen von Szenarien sind es die Driver, die großen Einfluss haben und die Geschichte spannend machen. In den PRONAS-Szenarien beschreiben sie die politischen und wirtschaftlichen Prozesse und die Art und Weise, wie das Land genutzt wird. Für die Schülerinnen und Schüler sind die Driver von besonderem Interesse, da sie in diesen Bereichen aktiv mitwirken und Veränderung bewirken können.

	Dies wird in jedem Szenario besprochen:
GIVENs (stehen für den betrachteten Zeitraum fest)	- Klimaveränderungen - Anstieg der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur - mehr Stürme - Anstieg des Meeresspiegels - Wachstum der Weltbevölkerung
DRIVER (unter-scheiden sich in den Szenarien)	- Transportarten und Transportwege im privaten, im öffentlichen und im Industriebereich - Konsumverhalten - Energienutzung und- verbrauch, Nutzung bestimmter Energiequellen - Das Verhältnis von Arbeit und Freizeit, Arbeitsplätze und Einkommen - Landnutzung

Arbeitsblatt 2
Beispiel Zukunftskompass



Hier könnte man beispielsweise das Szenario 1 dem Szenario YELLOW zuordnen, das zweite Viertel (Szenario 2) des Zukunftskompass‘ entspricht dem Szenario GREEN und das Szenario 4 entspricht der Entwicklungsgeschichte von RED. Das Szenario 3 entspricht keinem sinnvollen Szenario, denn ein rohstoff- und energiereiches Konsumverhalten schließt die Möglichkeit zunehmender geschützter Lebensräume weltweit betrachtet - aus. Anhand der Abbildung kommen auch die Experten zu Wort und können ihren neuen Gruppen die Entwicklungsverläufe erläutern und begründen, warum sie welches Viertel des Zukunftskompasses ihrem Szenario zuordnen können.

Person - weiblich - 30 Jahre - Bürokauffrau	**Wohnen und Lebensstil** - arbeitet und wohnt in der Stadt - lange Arbeitszeiten
Verhältnis zur Natur - es ist ein tolles Erlebnis in einem Wald spazieren zu gehen - schade, dass es nur noch wenig unberührte Flecken gibt - Natur soll dem Menschen nützlich sein	**Konsum und Ernährung** - viele Konsumgüter - viele Elektrogeräte - keine umweltbewusste Ernährung - leider wird alles so teuer
Reise/Urlaub - nur wenige Tage im Jahr - aber dafür eine weite Flugreise - zum Urlaub gehört Fliegen dazu	**Mobilität/Verkehr** - eigenes Auto - fährt allein - keine Fahrgemeinschaft zur Arbeit

Arbeitsblatt 3
Beispielhaft: Ein Tag im Leben von Karla Muster in der Zukunft RED

Ziel des Schreibens eines Aufsatzes ist es, sich in zukünftig lebende Menschen hineinzuversetzen und zu überlegen, welches Leben man ihnen wünscht. Bei der Präsentation der Schülerarbeiten sollte besprochen werden, ob man das beschriebene Leben als wünschenswert erachtet. Vor allem sollte in den Überlegungen auf die Entwicklung der Biodiversität und der sozialen Entwicklung Bezug genommen werden.

Mögliches Tafelbild: Wer kann was tun?

Akteure	**Ziele**	**Welche Aktionen sind möglich?**
Politik (die Bundesregierung, die EU)	für einen nachhaltigen Umweltschutz sorgen	erneuerbare Energiequellen fördern, Bestimmungen für die Landnutzung erlassen
Wirtschaft	Benzinverbrauch senken CO_2 - Emissionen bei der Herstellung von Produkten und im Betrieb senken	Benzin sparende Autos produzieren
Ich	weniger Energie und Rohstoffe verbrauchen	Stromsparen, z.B. Licht ausschalten, energie sparende Geräte kaufen, beim Einkaufen auf biologische und faire Herstellung achten
Wir (z. B. als Klasse)	weniger Energie und Rohstoffverbrauch in der Schule mehr Menschen für den Umweltschutz begeistern	E-Team (Schülergruppe, die in der Schule auf der Suche nach „Energieverwendern" sind) Umweltprojekte organisieren

Modul 4.3 Wir stellen uns künftige Welten vor

Ziel ist die aktive Informationsaneignung und -vermittlung. Journalistisch und künstlerisch werden größere Sinnzusammenhänge visuell kommuniziert. Elemente einer Titelseite (Zeitungslogo, Datum, Schwerpunktthema, Inhaltverzeichnis/Schaufenster, Impressum, Verkaufspreis) bilden den konzeptionellen Rahmen für die Präsentation der Schülerarbeiten. Texte aus PRONAS begleiten den Leitartikel, falls Freiräume vermieden werden sollen. Der Leitartikel besteht aus einem griffigen Titel, einer prägnanten Zusammenfassung wesentlicher Fakten (ca. 30 - 70 Wörter) und einem möglichst umfassenden Bericht (ca. 300 - 850 Wörter) über den Einfluss von Klimawandel und veränderter Landnutzung auf die Lebensräume unserer Tier- und Pflanzenwelt.

Modul 5.1 Das ALARM-Projekt

1. C, 2 B, 3 A, 4 B, 5 A

2. Szenario RED, was einer Erhöhung der mittleren Erdtemperatur um 4 °C entspricht. Kann durch gemeinsame weltweite Anstrengungen von Politik und Wirtschaft erreicht werden.

Modul 5.2 Klima-Nischen-Modellierung

1. d) b) c) a)

2. Dukatenfeuerfalter: Verlust des bioklimatischen Raumes in Europa

Szenario	**2050**	**2080**
GREEN	ca. 15%	ca. 40%
YELLOW	ca. 30%	ca. 60%
RED	ca. 40%	ca. 70%

Modul 6.1 Der Erdkröte auf der Spur

1. I N S T I N K T

2. Die Erdkröte braucht Lebensräume an Land und im Wasser. Landlebensräume sind Laub- und Mischwälder, Wiesen, Weiden und Hecken sowie naturnahe Gärten. Als Fortpflanzungsgewässer werden Teiche und Seen mit Tiefen von mindestens 50 cm genutzt, besonders wenn sie sich im Wald oder in Waldnähe befinden.

3. Zunehmende Trockenheit im Frühjahr lässt die Laichgewässer austrocknen und gefährdet damit auch die Erdkröte.

4. Multiple-Choice-Fragen:1 C, 2 D, 3 B, 4 C, 5 A, 6 B, 7 D

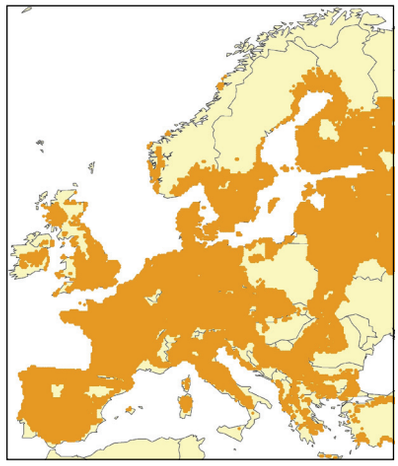
Modul 6.2 Das Verhalten der Erdkröte

1. Ordne die Sprechblasen:
Nährstoffmangel im Blut, „Hunger", Dämmerung, Temperatur über 11°C (I), Verlassen des Verstecks (N), Wartestellung, Wahrnehmung von Beutereizen (S), Orientiertes Sich-Zuwenden oder Anschleichen (T), Erkennen von Beuteobjekt passender Form und Größe (I), beidäugiges Fixieren und Zuschnappen (N), Mechanische Reize am Schlund oder Maul (K), Schlucken, Maulwischen (T). Lösungswort: INSTINKT

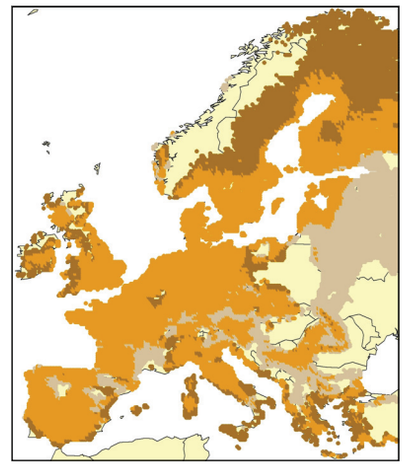
2. Durch Hunger Handlungsbereitschaft; gezielte Suche = Appetenz; der Beute nähern = Taxis; Erkennen der Beute = Schlüsselreiz; zuschnappen = erbkoordinierte Endhandlung

3. Bedingte Hemmung: Appetenzverhalten auf eine durch gute Erfahrung erlernte Reizsituation hin. Bedingte Aversion: Meideverhalten gegenüber einer mit schlechter Erfahrung verknüpften, zuvor neutralen Reizsituation.

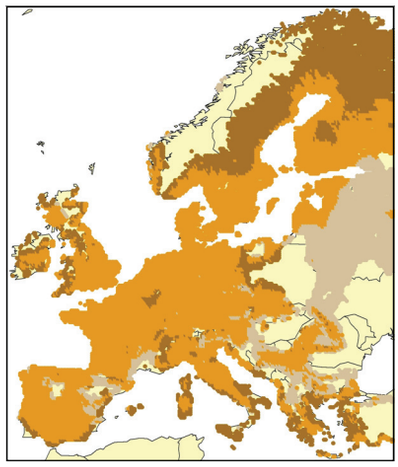
4. Einfluss des Klimawandels auf die Erdkröte in Europa (orange: besiedelte Gebiete, grau: verlorene Gebiete, braun: potentielle neue Gebiete). Aus: Climatic Risk Atlas of European Amphibia and Reptiles. Henle et al., im Druck.



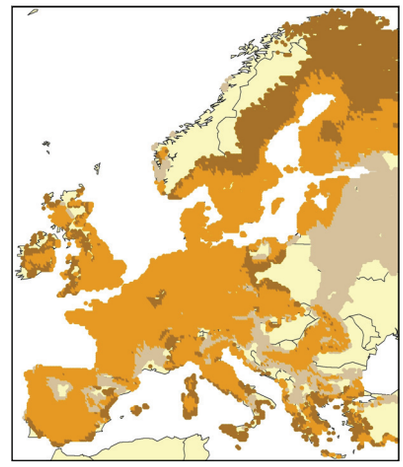
Vorkommen im Jahr 2000



Szenario GREEN, 2050



Szenario YELLOW, 2050



Szenario RED, 2050

Modul 6.3 Bienenfresser und Wildbienen

1. Beispiele sind: Sand-, Kies-, Ton- oder Braunkohlegruben mit Steilwänden unter Schutz stellen.

2. Bienenfresser sind im Vergleich zu ihrer Größe (28 cm) sehr leicht (50-60g), um wendig genug zum Insektenfang zu sein.

3. Rote Mauerbiene, Gemeine Blattschneiderbiene, Furchenbiene, Sandbiene, Pelzbiene

4. Die Rote Mauerbiene besitzt eine Bürste aus Haaren an der Unterseite des Hinterleibes, die sie zum Pollensammeln nutzt.

5. Die Rote Mauerbiene baut in einem hohlen Schilfstängel oder einer Maueröffnung, die sie als Niströhre auserkoren hat, eine Rückwand aus Speichel und Lehm. Davor lädt sie nach jedem ihrer zahlreichen Sammelflüge Pollen und Nektar ab. Auf diesem „Proviant" legt die Biene ein Ei ab. Anschließend verschließt sie die so entstandene erste Brutzelle wiederum mit Speichel und Lehm. Hintereinander entstehen in der Niströhre so bis 10 Brutzellen. Aus den hinteren, befruchteten Eizellen werden Weibchen, aus den vorderen unbefruchteten werden Männchen, die dann im Frühjahr als erste schlüpfen.

6. Abbildung einer Nisthilfe

Modul 6.4 Bestäuber

Die Bildergeschichte umfasst mehrere Bildsequenzen, die in einer zeitlichen Abfolge stehen sollten. Neben der Darstellung der beim Frühstück fehlenden Nahrungsmittel (z. B. Honig, Marmelade, Früchte, Gemüse), kann die Bildgeschichte auch die Ursachen dieses Phänomens aufzeigen, indem der Rückgang der Blühpflanzen und damit auch der Rückgang der Bienentätigkeit als Bestäuber dargestellt werden.

Modul 6.5 Die große Brennnessel – eine Schmetterlingsweide

1. Über die **Artengalerie** gelangt der Schüler zu den Steckbriefen der einzelnen Arten.

2. a) Admiral b) Kleiner Fuchs c) Landkärtchen d) Tagpfauenauge

3. Acetylcholin

4. Die Gesamtheit aller biotischen und abiotischen Umweltfaktoren, die für die Existenz einer bestimmten Art wichtig sind, bezeichnet man als ökologische Nische. In Bezug auf die Größe der Brennnesselbestände und das Klima haben sich die Raupen „eingenischt". Jede Raupenart findet man an anderen Standorten, wodurch die Konkurrenz stark eingeschränkt bzw. völlig ausgeschaltet ist.

5. Das Szenarium RED besitzt aus Sicht der Wirtschaft eine wachstumsorientierte Strategie, welches einen großen Umfang von Klimaveränderungen hervorruft.

6. 1B, 2C, 3D, 4D, 5A, 6B, 7D, 8C.

Modul 6.6 Der Schwarzgefleckte Bläuling

1. Die Bläulingsraupe investiert nur die Zuckerlösung und nutzt dann den sicheren Ameisenhaufen und dessen Brut für die Weiterentwicklung

2. Thymian ist für die Raupe eine Futterpflanze, die Ameisen bieten Unterschlupf und Nahrung und bekommen nur zu Beginn der Beziehung mit der Bläulingsraupe eine Zuckerlösung.

3. Der Bläuling könnte vollständig aus unserer Gegend verschwinden

4. 1 D, 2 B, 3 C, 4 B, 5 B, 6 C, 7 D, 8 A, 9 C

Modul 6.7 Klimakonferenz

Die Klimakonferenz wird entsprechend den Vorschlägen auf dem Arbeitsblatt organisiert. Die Schüler entwickeln ihre eigenen Vorstellungen und diskutieren sie.

Modul 7.1 Vergleich abiotischer Faktoren verschiedener Standorte

Arbeitsblätter b-d
1., 3., 5.
Die konkreten Werte der vier Tagesmessungen werden in die Tabellen eingetragen. Die einzelnen abiotischen Faktoren beeinflussen sich wechselseitig und wirken komplex auf Organismen. Direkte Zusammenhänge können z. B. zwischen:

- Lichtstärke, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit
- Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit
- Lufttemperatur und Bodentemperatur
- pH-Wert des Bodens und Bodenbedeckung
- Bodenbedeckung und alle abiotischen Faktoren hergestellt werden.

1. Trockenrasen
z. B. Adonisröschen. Neuntöter, Gewöhnliche Kuhschelle, Karthäusernelke, Ohrlöffel-Leimkraut, Kleiner Feuerfalter, Neuntöter, Rotmilan
1. Feldgehölze: Häufige Baumarten sind hier die Stieleiche und die Gemeine Esche. Hier wachsen auch Eingriffliger Weißdorn, Hundsrose, Himbeeren und Brombeeren sowie der Schwarze Holunder. Mit der Brennnessel und der Weißen und der Gefleckten Taubnessel finden sich hier Pflanzenarten, die die Nahrungsgrundlage für verschiedene Insektenarten sind. Neben Ameisen und anderen Insekten findet man hier auch typische Schneckenarten wie die Weinbergschnecke und man trifft Neuntöter, Feldspitzmaus, Igel, Hermelin.

6. Wiese
Erdkröte, Rohrweihe, Libelle, Löwenzahn, Glockenblumen, Wiesenthymian und andere

Modul 7.2 Vergleich von Umweltfaktoren verschiedener Standorte

1. Die verschiedenen Umweltfaktoren werden in Säulendiagrammen für Trockenrasen, Feldgehölze und Wiese dargestellt.

2. Die Temperaturen der Luft sind am Standort Wiese und Trockenrasen höher als im Feldgehölz, da sie der Sonnenstrahlung stärker ausgesetzt sind. Die Windstärke ist durch den Schutz der Sträucher beim Feldgehölz geringer als auf der Wiese und dem Trockenrasen. Die Temperatur ist beim Trockenrasen am höchsten und die Bodenfeuchtigkeit am geringsten, weil das Gebiet nicht beschattet wird.

3. Blauschwingel: schmale Blätter (geringe Verdunstungsfläche), starke Kutikula (Verdunstungsschutz), bläuliche Farbe (Reflexion der Sonnenstrahlen). Scharfer Mauerpfeffer: kleine Blätter (geringe Verdunstungsfläche), Blätter dickfleischig (Wasserspeicher), starke Kutikula (Verdunstungsschutz).

4. Roter Milan: Mäusebekämpfung: Ansitzmöglichkeit für Beutefang, Feldspitzmaus: Vertilgung von Schadinsekten, Nahrungsquelle für Wildbienen: Bestäubung, Nektargewinn

5. z.B. Schutz vor Winderosion und Schattenspender, um Austrocknung zu vermeiden.

Modul 7.3 Ökosystemanalyse nach Ellenberg

Anhand der Ansprüche der Pflanzen, die am jeweiligen Standort vorkommen, sind Aussagen über den Standort zu machen. Pflanzen mit hohen Lichtzahlen kommen auf dem Trockenrasen oder der Wiese vor, die Lichtzahlen von Pflanzen der Gehölze sind geringer. Die Feuchtezahlen der Pflanzen auf dem Trockenrasen sind geringer als in Gehölz und Wiese. Ausnahmen sind auf mikroklimatische Besonderheiten zurückzuführen.

Modul 7.4 Virtuelle Exkursion Hochharz

Station Waldwandelweg

1. Schüler beschreiben ihre Eindrücke.

2. Prozessschutz: der Wald wird sich selbst überlassen. Der Waldwandelweg befindet sich inmitten der Regenerationsphase; Nutzungszone → Naturentwicklungszone → Naturdynamikzone (diese Zone ist das Ziel im Harz)

3. Pro: Der Wald kann seinem natürlichen Entwicklungsweg ohne das Eingreifen des Menschen folgen. Contra: Der Weg ist nicht vorhersehbar, aufgrund von Konkurrenz können Organismen verdrängt werden, die durch das Eingreifen des Menschen hätten geschützt werden können.

4. Der Borkenkäfer wird im Harz auch positiv bewertet. Er ist unter anderem für solche Bilder, wie sie der Waldwandelweg darstellt, verantwortlich und ermöglicht, dass etwas Neues entstehen kann. Das hilft auf dem Weg zur Naturdynamikzone

5. Räuber-Beute-Beziehung erläutern: je mehr Borkenkäfer, desto weniger Fichten, je weniger Fichten, desto weniger Borkenkäfer, je weniger Borkenkäfer, um so mehr Fichten, je mehr Fichten, um so mehr Borkenkäfer …

Station: Interspezifische Beziehungen

1. Produzenten: Sonnentau Rotbuche, Fichte, Scheiden-Wollgras

2. Konsumenten: Roter Admiral, Hochmoorbläuling, Waldeidechse, Bergmolch, Sperlingskauz, Sonnentau

3. Scheiden-Wollgras à Hochmoorbläuling à Sonnentau Rotbuche à Roter Admiral à Waldeidechse Fichte à Borkenkäfer. Sperlingskauz

4. + **5.** individuelle Lösungen mithilfe der Szenarien in PRONAS

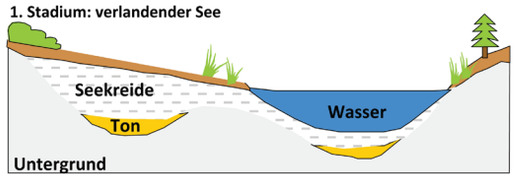
6. Folgen: Nahrungsnetze brechen zusammen, Individuen sterben aus, obwohl die Bedingungen noch gut sind, aber die Beute fehlt bzw. zu wenig Beute für zu viele Räuber – ökologisches Gleichgewicht gerät aus den Fugen → Einwanderung neuer Organismen, aufgrund der veränderten klimatischen Bedingungen möglicherweise keine Räuber für diese Individuen. Massenhafte Verbreitung → Konkurrenzdruck vertreibt andere heimische Arten

Risiko des Prozessschutzes: Mensch dürfte bei diesen Entwicklungen nicht eingreifen.

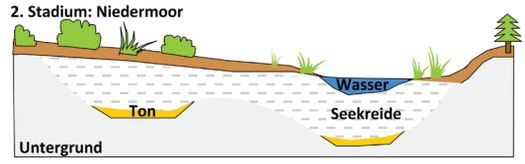
Station Moor

1. Hochmoor, Niedermoor. Das Torfhausmoor ist ein Hochmoor.

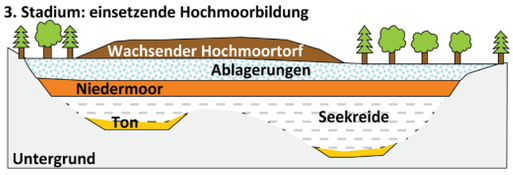
2. Entstehung von Mooren



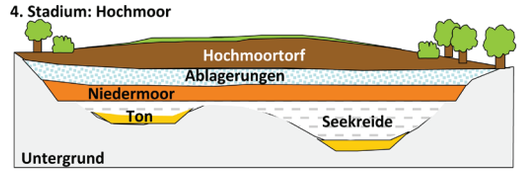
- Vorraussetzungen für die Entstehung von Mooren: hohes Niederschlagsaufkommen, wasserstauende Schicht im Boden
- sie bilden sich in Senken oder Mulden und sind demnach stark vom Relief und geologischen Bau abhängig.



- Die Niedermoorvegetation wird unvollständig zersetzt und angelagert. Es bildet sich Torf.
- Das Moor wird bis zur Oberfläche von nährstoffreichem Grund- und Sickerwasser durchsetzt (topogen)
- Aufgrund der Vorraussetzungen entwickelt sich eine spezifische Artenvielfalt



- Der Torf wächst über den Grundwasserstand der Niedermoore hinaus und es erfolgt die Sukzession vom Nieder- zum Hochmoor
- Der Torf wächst langsam in die Höhe



- Hochmoore werden ausschließlich vom Regenwasser versorgt (ombrogen).
- Die Torfschicht wächst in die Höhe und kann große Mächtigkeit erreichen

Abbildungen nach http://www.lebensraum-moor.de.vu/

3. Torf wird industriell genutzt als Energielieferant → massenhafter Abbau des Torfs aus dem Moor → Bau von Entwässerungsgräben- viele Organismen haben sich das Moor als ökologische Nische erschlossen, z.B. Hochmoorbläuling oder Scheiden-Wollgras. Wenn das Moor verschwindet, dann auch diese Lebewesen. Nahrungsnetze kollabieren → ökologisches Gleichgewicht wird gestört. Moore dienen als Kohlenstoffdioxidspeicher → Freisetzung würde Klimawandel verstärken.

4. Renaturierung durch Bewässerungsmaßnahmen: Die Moore im Hochharz werden renaturiert, indem die Entwässerungsgräben durch Moose zuwachsen und sich somit der ursprüngliche Wasserhaushalt der Moore wieder herstellt.

Modul 8.1 Vergleich ausgewählter Pflanzenarten

1. a) Kuhschelle, b) Adonisröschen, c) Löwenzahn

2. a) und b) sind angepasst. Man sieht es an den verminderten Blattflächen und den Haaren (Verdunstungsschutz)

Modul 9.1 Hecken und Gehölze

1. Hecken dienten als Abgrenzung und Schutz des Acker- und Weidelandes, lieferten Rohstoffe, wie Holz und Reisig oder konnten mit Laub und jungen Trieben in schlechten Zeiten als Einstreu und Tierfutter für die Haustiere genutzt werden. Außerdem boten die Heckenpflanzen vielfach Früchte zum Verzehr, sodass oft Beerensträucher und Obstbäume in mehrstöckigen Nutzhecken zusammen angebaut wurden.

2. Hecken und Feldgehölze wurden entfernt, um landwirtschaftliche Nutzfläche gewinnen und große Landmaschinen besser einsetzen zu können. Außerdem waren die Landwirte in der intensiven Landwirtschaft nicht auf „Nebenprodukte", welche die Hecken lieferten, angewiesen.

3. Die Folgen waren Erosion des Bodens durch Wind und Wasser, Verschwinden vieler Tier- und Pflanzenarten und Massenvermehrung von „Schädlingen" wie Mäusen und Insekten.

4. Neben Lebensraum für selten gewordene Tiere und Pflanzen bieten Hecken Schutz vor Erosion, verbessern das Kleinklima und lindern Klimaextreme. Außerdem können sie durch landwirtschaftliche Nutzung voneinander getrennte Biotope wieder verbinden und vielen Tierarten damit die Wanderung und Ausbreitung ermöglichen (Biotopverbund).

Modul 9.2 Hecken und Gehölze und Biodiversität

Die Protokolle werden entweder mit Hilfe externer Quellen im Klassenraum ausgefüllt oder während der realen Exkursion vor Ort bearbeitet.

1. Hecken dienten als Abgrenzung und Schutz des Acker- und Weidelandes, lieferten Rohstoffe, wie Holz und Reisig oder konnten mit Laub und jungen Trieben in schlechten Zeiten als Einstreu und Tierfutter für die Haustiere genutzt werden.
   Außerdem boten die Heckenpflanzen vielfach Früchte zum Verzehr, sodass oft Beerensträucher und Obstbäume in mehrstöckigen Nutzhecken zusammen angebaut wurden.

2. Nahrungsmittel (Blätter, Blüten, Früchte), Farbstoff (Blätter, Früchte), Korbflechterei (Zweige), Öl (Blätter, Rinde), Insektenschutz (Blätter), Fasern (Blätter)

3a) Man konnte so landwirtschaftliche Nutzfläche gewinnen und große Landmaschinen besser einsetzen. Außerdem waren die Landwirte in der intensiven Landwirtschaft nicht auf „Nebenprodukte", welche die Hecken lieferten, angewiesen.

3b) Die Folgen waren Erosion des Bodens durch Wind und Wasser, Verschwinden vieler Tier- und Pflanzenarten und Massenvermehrung von „Schädlingen" wie Mäusen und Insekten.

3c) Neben Leben;sraum für selten gewordene Tiere und Pflanzen bieten Hecken Schutz vor Erosion, verbessern das Kleinklima und lindern Klimaextreme. Außerdem können sie durch landwirtschaftliche Nutzung voneinander getrennte Biotope wieder verbinden und vielen Tierarten damit die Wanderung und Ausbreitung ermöglichen (Biotopverbund).

Modul 9.3 Landnutzungswandel im Hochharz

1. Klimaveränderungen im Harz

Auswertung:
Höhe: 1042 m, Durchschnittstemperatur: 3,5°C, wärmster Monat: Juli 13°C, kältester Monat: Februar -5°C, Niederschlagssumme: 1858 mm, niederschlagreichster Monat: Januar 200 mm, niederschlagärmster Monat: April 110 mm
Auf dem Brocken herrschen ganzjährig hohe Niederschläge und aufgrund der Höhe zur umgebenden Region geringe Temperaturen, die Temperaturen steigen im Sommer an und fallen im Winter, die Niederschläge sind ganzjährig hoch, in den Wintermonaten fällt der höchste Niederschlag.

Vergleich
Von 1951 bis 2006 hat sich die Jahresmitteltemperatur um 0,7°C erhöht und der Jahresmittelniederschlag um 25 mm zugenommen. Auf dem Brocken findet eine Klimaerwärmung und Niederschlagserhöhung statt.

2. Moor- und Waldveränderungen im Harz

	Veränderungen im Moor	**Veränderungen im Wald**
Ursachen	Torfgewinnung	Holzgewinnung für Bergbau
Menschlicher Eingriff	Entwässerung von Mooren durch Gräben	Rodungen und Aufforstungen von Monokulturen
Folgen	Verlandung der Moore, Artenverlust	Krankheits- und Sturmanfälligkeit, Borkenkäferbefall, Schutzgebiet mit Eigendynamik und Selbstregulation

3. Veränderungen von Lebensräumen – die Verbreitung von Fichten im Harz 2050 und 2080: zunehmende Wanderung nach Norden aufgrund der klimatischen Veränderungen, Verlust innerhalb des europäischen Festlandes, ausgenommen die höheren Lagen der Alpen

Modul 10.1 Natterwurz-Perlmutterfalter und Wiesenknöterich

Arbeitsblatt Natterwurz-Perlmutterfalter

1. Toleranzbereich Temperatur: 6,2°C – 10,2°C
Maximum: 10, 2 °C ; Minimum: 6,2°C; Optimum 8,5°C
Toleranzbereich Niederschlag: 650 – 1250 mm/m²
Maximum: 1250 mm/m²; Minimum 650 mm/m²;
Optimum 950 mm/m²

2. 8,5 °C und 1000 mm/m² liegen im Toleranzbereich des Natterwurz-Perlmutterfalters und haben somit keine negativen Auswirkungen auf das Vorkommen des Schmetterlings im Gebiet G1.

Arbeitsblatt Wiesenknöterich

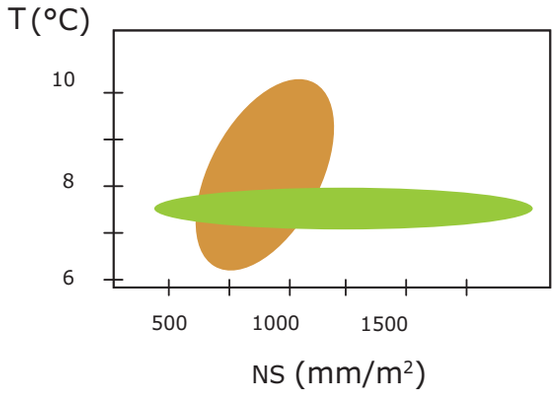
1. Toleranzbereich Temperatur: 6,8°C – 7,8°C
Maximum: 7,8°C; Minimum: 6,8°C, Optimum: 7,4°C
Toleranzbereich Niederschlag: 490 – 2100 mm/m²
Maximum: 2100 mm/m²; Minimum: 490 mm/m²,
Optimum: 1300 mm/m²

2. Der Niederschlagswert 1000 mm/m² liegt zwar voll im Toleranzbereich der Pflanzen, dafür liegt aber 8,5°C außerhalb des Temperaturtoleranzbereiches des Wiesenknöterichs, woraus sich schlussfolgern lässt, dass bei dem angenommenen Szenario die Pflanze im Gebiet G1 nicht mehr vorkommt.

Der Organismus im Wirkungsgefüge von abiotischen Faktoren

Problem: Warum kommt trotz Temperaturoptimum im Gebiet G1 kein Schmetterling vor?

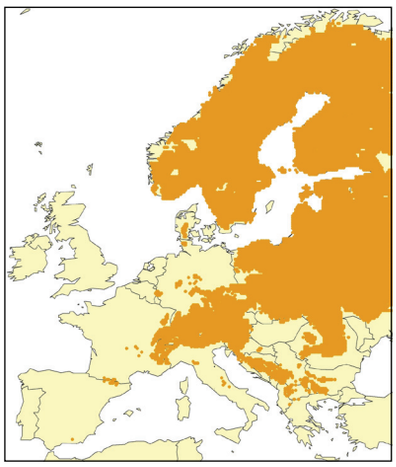
Toleranzbereich	Natterwurz-Perlmutterfalter	Wiesenknöterich
Temperatur	6,2°C – 10,2°C	6,8°C – 7,8°C
Niederschlag	650mm/m² – 1250mm/m²	490mm/m² - 2100mm/m²
Auswirkungen Klimaveränderung	Existiert weiterhin in G1	Existiert nicht mehr in G1



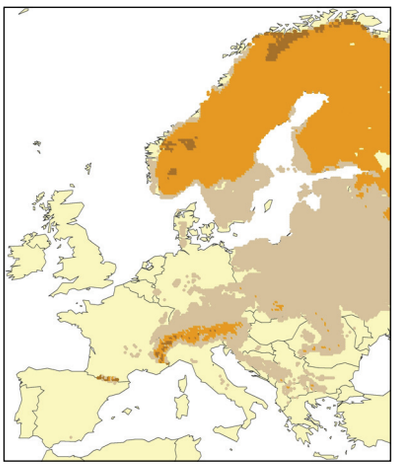
Zusatzmaterial:
Diagramm: Überlappung der Klimanischen von Falter und Pflanze

Modul 10.2 Fichtenborkenkäfer

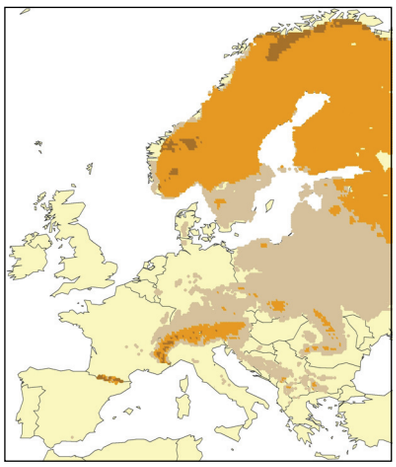
1. Projektionen der Lebensräume der Fichte
Vorkommen der Fichte *Picea abies* in Europa: Bis zum Jahr 2080 wird die Fichte infolge des Klimawandels aus vielen ihrer Verbreitungsgebiete in Mitteleuropa verschwinden (orange: besiedelte Gebiete, grau: verlorene Gebiete, braun: potentielle neue Gebiete). Aus: Settele et al. (2008). Atlas of Biodiversity Risk. PENSOFT Sofia-Moscow.



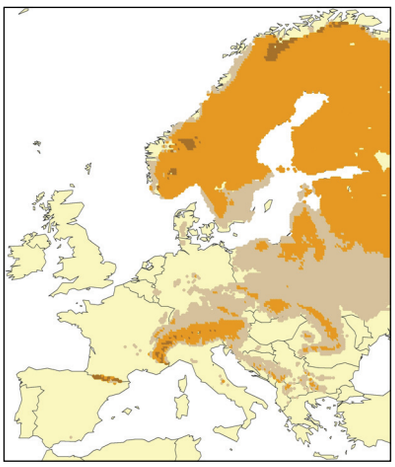
Vorkommen im Jahr 2000



Szenario GREEN, 2050



Szenario YELLOW, 2050



Szenario RED, 2050

2. Entwicklungsphasen sind: Ei → Larve → Puppe → Imago (vollentwickeltes Insekt)

3. a) Fortpflanzungspartner nötig
b) Durch innerartliche Erkennungsmerkmale Schutz vor Angriffen (bei Überbevölkerung Abwanderung oder Sterilität)

Multiple-Choice-Fragen
1 B, 2 A, 3 A, 4 B, 5 C, 6 B, 7 B, 8 A, 9 C

Modul 10.3 „Schädlinge“ und „Nützlinge“

1.
- Insekten leben in der Borke und schädigen so die Leitungsbahnen
- Insekten zerstören Holzmasse und fressen Laubblätter

2. Anlegen von Monokulturen → Massenbefall → Schädigung

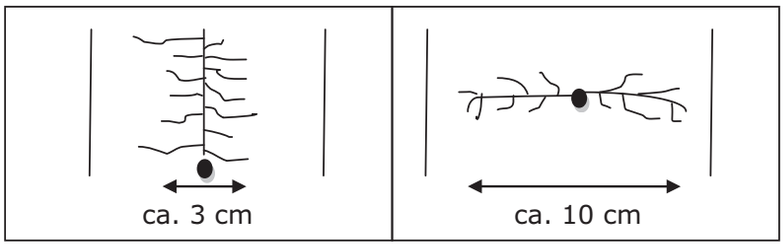
3.
- Singvögel
- Schlupfwespen

4. Chemische Mittel (Spritzmittel)
  - o Vorteil: durch Ausbringen mit Flugzeugen große Flächen behandelbar
  - o Nachteil: teuer

Biotechnische Verfahren (Pheromonfalle)
  - o Vorteil: spezifisch für Borkenkäfer anwendbar
  - o Nachteil: manuelles Anbringen der Fallen ist arbeitsintensiv

Modul 10.4 Der Große und der Kleine Waldgärtner

1. Fraßbilder



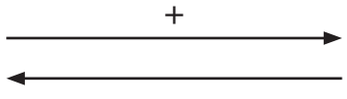
Großer Waldgärtner **Kleiner Waldgärtner**

Vergleich:
Großer Waldgärtner vom Stammfuß bis zur Stammmitte, horizontale Ausrichtung; Kleiner Waldgärtner vom Stammmittelteil bis zur Baumkrone, vertikale Ausrichtung

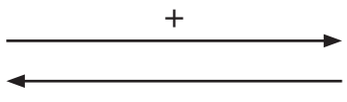
Gemeinsamkeiten: Triebe weisen zur Triebbasis ein Einbohrloch mit Harztrichter auf. Die Fraßstelle wird mehrmals gewechselt. Die ausgehöhlten Triebe bleiben grün, brechen aber bei Sturm ab.

Unterschiede:

Großer Waldgärtner	**Kleiner Waldgärtner**
Einarmiger Längsgang	Doppelarmiger Quergang
Am Anfang rammelkammerartig erweitert	Am Anfang ein kurzes Eingangsstück
Gänge im Bast	Gänge im Splint
Puppenwiege in der Rinde	Puppenwiege im Holz

2. Borkenkäfer  Buntspecht

Je mehr Borkenkäfer, desto mehr Buntspechte, je mehr Buntspechte, desto weniger Borkenkäfer.

Borkenkäfer  *Buntspecht*

Je weniger Borkenkäfer, desto weniger Buntspechte.
Je weniger Buntspechte, desto mehr Borkenkäfer.

3. Im naturnahen Mischwald bestehen alle Altersstufen der Bäume, sehr junge, sehr alte und abgestorbene Baumbestände. Der Buntspecht ernährt sich von den Borkenkäfern, die unter der Rinde absterbender und toter Bäume leben, sowie von Samen und anderen Insekten. Bei einer Forstmonokultur existieren keine absterbenden Baumbestände oder Totholzbestände.

Modul 11.1 Vergleich der PRONAS-Exkursionen

1.

Legende:
1. Benediktbeuren – Zentrum für Umwelt und Kultur
2. Ökoschule Franzigmark bei Halle (Saale)
3. Ökologisch Historische Bildungsstätte Papenburg
4. Besucherzentrum Torfhaus im Harz

2. Vergleicht die in den PRONAS-Exkursionen vorgestellten Ökosysteme. Nutzt die Tabelle.

PRONAS-Exkursion	**Ökosystem**	**Gefährdung durch Landnutzung in der Vergangenheit**	**Auswirkungen des Klimawandels**
Benediktbeuern	Moor, Tümpel, Wiesen, Wald	Streuwiesen liegen brach, frühere Trockenlegung des Moores	Gefährdete Arten, z.B. Orchideen, Ameisenbläulinge, Wiesenbrüter
Halle	Trockenrasen, Feldgehölz, Wiese	Abholzung von Hecken, Verbuschung bei fehlender Beweidung	Gefährdete Arten, z.B. Kreuzkröte, Laubfrosch und andere Amphibien wegen fehlender Laichgewässer (zunehmende Trockenheit)
Papenburg	Moor, Wiese	Torfabbau, Trockenlegung des Moores	Gefährdete Arten, z.B. Sonnentau, Torfmoos
Torfhaus	Wald	durch Monokulturen in der Forstwirtschaft	Fichtensterben

Modul 11.2 Torfhaus

1. Der bestehende Fichtenwald „sich selbst überlassen", ohne dass der Mensch in das Ökosystem eingreift. So stehen abgestorbene und umgestürzte Baumbestände neben jungem und vielfältigem Grün. Das alles ist Ausdruck der natürlichen Dynamik, die einem ständigen Wandel unterliegt. Die natürliche Dynamik, das Aussamen und Ansiedeln von Wildpflanzen sowie die Besiedelung von eingebrachten Totholzstämmen stehen dabei im Mittelpunkt der Betrachtungen. Die ehemals angepflanzten, eintönigen Forstwälder werden in strukturreiche Mischwälder mit wechselnden Baumarten in unterschiedlichen Altersstufen zurückverwandelt.

2. Der Wald-Wandelweg zeigt den „Urwald von morgen". Oberhalb von etwa 800 m Höhe befindet sich der natürliche Lebensraum der Fichte. Unterhalb von 800 m wird sie zunehmend durch trockene Sommer beeinträchtigt. Dafür profitiert jedoch der Fichtenborkenkäfer vom milderen Klima der mittleren Höhenlagen. Die zahlreichen durch Wind und Trockenheit umgeworfenen und absterbenden Bäume führen zu einer sprunghaften Vermehrung des Borkenkäfers. Im Laufe der nächsten Jahre und Jahrzehnte wird aber dennoch kein toter Wald entstehen, sondern ein Mischwald aus jungen Fichten, Ebereschen, Weiden und Birken.

3. Prozess-Schutz: der Wald wird sich selbst überlassen, er kann seinem natürlichen Entwicklungsweg ohne das Eingreifen des Menschen folgen. Die natürliche Dynamik der im Wald ablaufenden Prozesse führt dazu, dass etwas Neues entsteht.

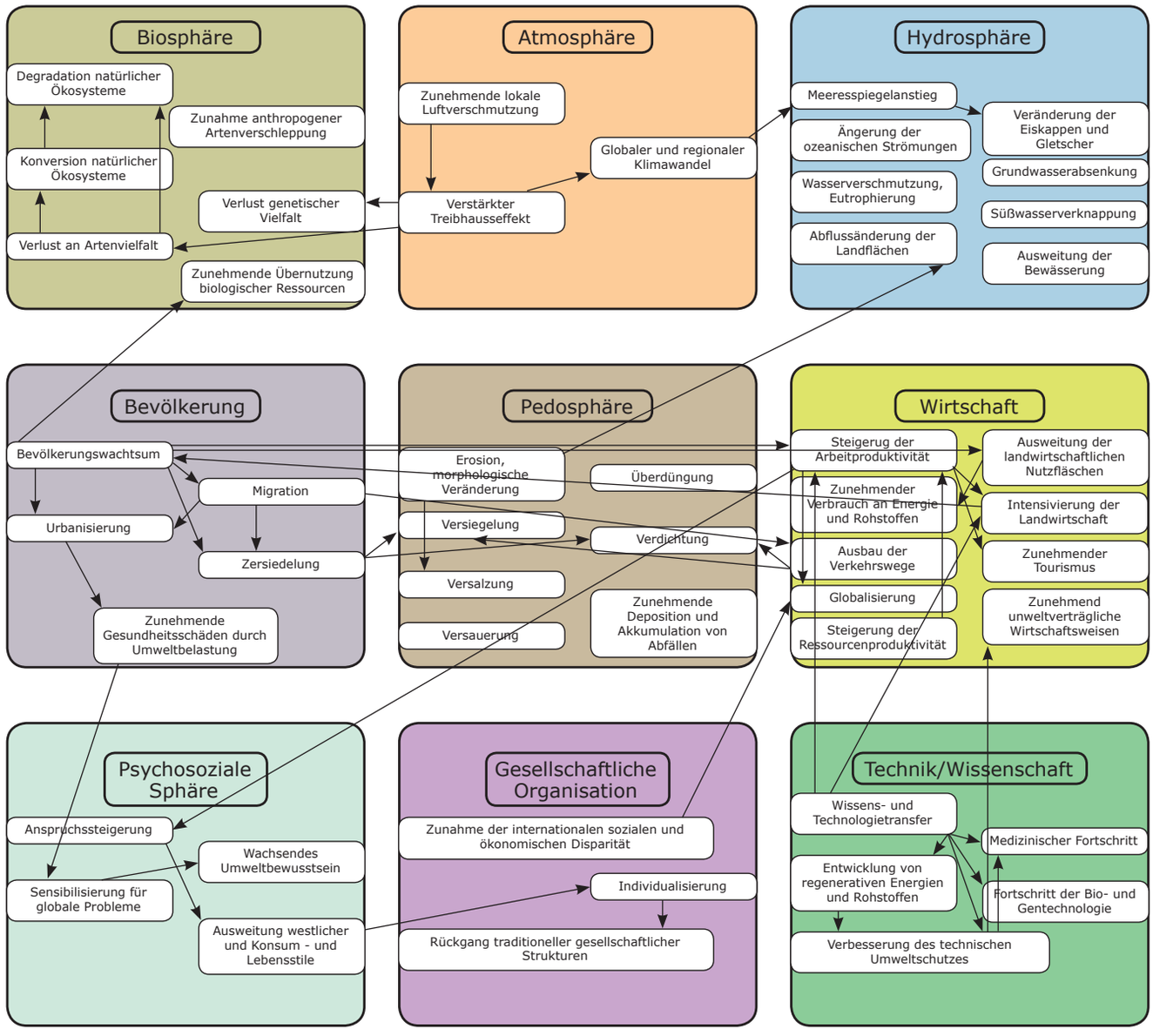
Modul 12.1 Globaler Wandel und Biodiversität

1.
- „Verlust an Biodiversität" als Kernproblem des globalen Wandels definiert, stellt enge Beziehung zu den beschriebenen Syndromen her und nimmt sehr zentrale Bedeutung innerhalb des Syndromkonzeptes ein
- wegen der hohen Vernetzung der Syndrome des globalen Wandels durch Ursache-Wirkungsgefüge enge Verbindung zwischen Kernproblemen und Syndromen

2. Durch die Szenarien (aufsteigend von GREEN, YELLOW, RED) werden die Ausmaße der Lebens- und Wirtschaftsweisen bezüglich der Nachhaltigkeit verdeutlicht. Je weniger nachhaltig der Lebens- und Wirtschaftsstil (RED), desto stärker bilden sich die Kernprobleme des globalen Wandels heraus. Aus der Summe der sich verstärkenden Symptome und deren sich verstärkenden Ursache-Folge-Wirkungen nehmen die Häufigkeit und die Auswirkungen der Syndrome zu.

3. Bei der Darstellung von Ursache-Wirkungungsbeziehungen steht nicht die Vollständigkeit der Darstellung im Vordergrund. Der Fokus liegt vielmehr auf der Verdeutlichung der Komplexität der Beziehungen zwischen der Natur- und Anthroposphäre und der Entwicklung des Systemdenkens. Es gibt nicht die Lösung, sondern aufgrund der Komplexität eine Vielzahl von Lösungsansätzen.

- Wirkungsgefüge: Enge Verbindung zwischen Kernproblemen und Syndromen. Das vorliegende Erwartungsbild stellt **eine** Variante vor:



Lebensräume von Tieren und Pflanzen simulieren –
Zukunftsszenarien zum Einfluss des Klimawandels Handreichungen
zur Lernsoftware PRONAS für Schule und Umweltbildung

Herausgegeben von Karin Ulbrich, Anne-Kathrin Lindau,
Christina Hörning, Josef Settele

Ulbrich K, Lindau A-K, Hörning C, Settele J (Hrsg.) 2011.
Lebensräume von Tieren und Pflanzen simulieren –
Zukunftsszenarien zum Einfluss des Klimawandels.
Handreichungen zur Lernsoftware PRONAS für Schule und
Umweltbildung. Pensoft Publishers, Sofia-Moskau

Fotos: Juliane Adolphi (S. 125, 129), alarmproject.net (S. 24-25),
Wolfgang Eschenhagen (S. 48, 54, 75, 93, 160), Wolf Grosse
(S. 19, 81), Elke Grunicke (S. 153), Jens Halves (S. 37),
Hajotu-Fotolia.com (S. 141), Jma69-Fotolia.com (S. 139),
JuHer-Fotolia.com (S. 131), Stefan Klotz (S. 131), Sebastian
Körnig (S. 6, 43, 175), James Lindsey (143), Stefan Michalski
(S. 45), Hannelore Müller-Scherz (S. 75, 93), Marion Neuhauß
(S. 31), Jim Parkin (S. 67), Photocreo-Fotolia.com (S. 33),
Pescatore-Fotolia.com (S. 87), Martin Placke (S. 41),
Karsten Seidelmann (S. 89), Karin Ulbrich (S 30),
Thomas Wolf (S. 131), ZUK Benediktbeuern (S. 16, 39)

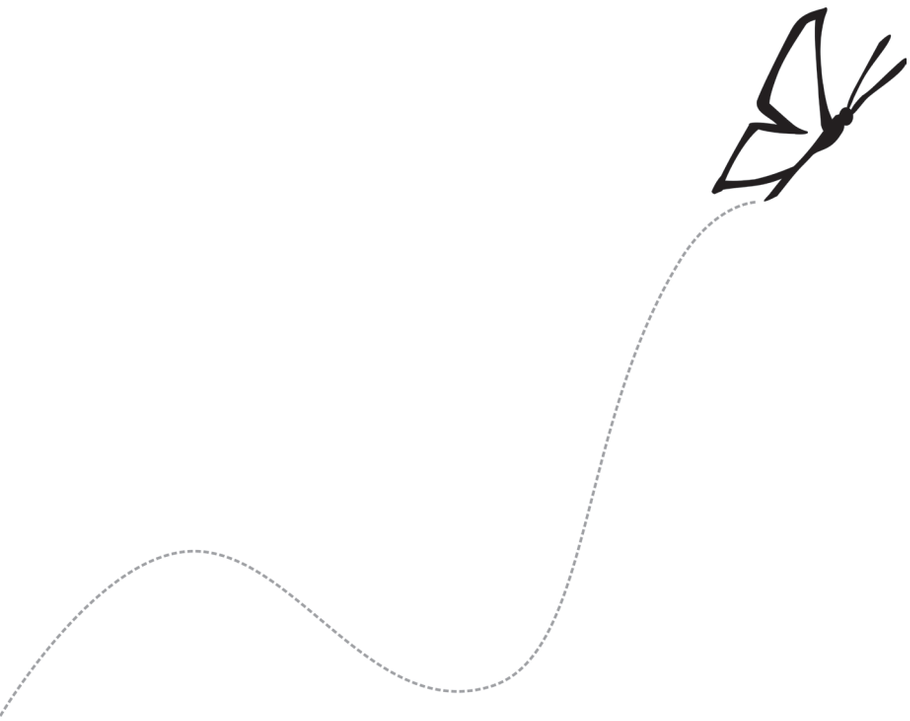
1. Auflage 2011
ISBN 978-954-642-608-6
Gestaltung: Dipl. Grafik-Designer
Wolfgang Eschenhagen und Teodor Georgiev

© PENSOFT *Publishers*

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich
geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen
des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des
Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die
Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Es ist ausdrücklich gestattet, in Klassenstärke Fotokopien der
Lernmodule für den jeweiligen Unterrichtsgebrauch herzustellen.

Pensoft Publishers
Geo Milev Str. 13a, Sofia1111, Bulgaria
info@pensoft.net, **www.pensoft.net**

Printed in Bulgaria, September 2011



Werden wir auch in 50 Jahren noch den Zitronenfalter bei uns sehen? Wird es dann noch Fichten in den Mittelgebirgen geben? Die Lernsoftware PRONAS zeigt, wie Umweltforscher an solche Fragen herangehen. Wissenschaftler, Lehrer, Umweltpädagogen und Hochschuldidaktiker haben sich an einen Tisch gesetzt und Lehrmaterialien für Schüler von 12 bis 19 Jahren entwickelt. Im Focus standen die Ergebnisse des von der EU geförderten Forschungsprojekts ALARM (A LArge scale Risk assessment for biodiversity with tested Methods) – dem bisher größten europäischen Forschungsvorhaben zur terrestrischen Biodiversität. Mehr als 250 Wissenschaftler aus 36 Ländern hatten in diesem Projekt den Einfluss des Klimawandels auf die Tiere und Pflanzen Europas untersucht und anhand von Zukunftsszenarien Aussagen über Zeiträume bis zum Jahr 2100 getroffen. Diese Szenarien beschreiben „mögliche künftige Welten" in ihren politischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Dimensionen und sind gut geeignet, kritisches und dynamisches Denken über nachhaltige Entwicklungen anzuregen.

Das vorliegende Buch enthält Handreichungen zur Lernsoftware PRONAS. Konkrete Hinweise zur Einbindung in die Fächer Biologie, Geographie, Ethik, Informatik, Sozialkunde, Mathematik und Kunst erleichtern die Nutzung des im Internet frei zugänglichen Programms (www.pronas.ufz.de).

Zentrum
für Umwelt
und Kultur
Benediktbeuern

TorfHaus
Nationalpark-Besucherzentrum