



Forschungsstelle Rekultivierung

## **Wechselwirkungen zwischen Blütenpflanzen und Schmetterlingen in Rekultivierungsgebieten des Braunkohlentagebaus**

**Materialien für den Projektunterricht**



**Sabrina Gerres, Ulf Dworschak und Jochen Weglau**

Vorwort.....	2
Zur Benutzung der Arbeitsmappe .....	3
Theoretischer Hintergrund .....	4
Tipps und Tricks.....	6
Material und Ausstattung .....	6
Becherlupe .....	6
Kescher .....	6
Schmetterlingssammlung .....	6
Raupenzucht .....	7
Literaturtipps .....	7
Fachliteratur.....	7
Bestimmungsbücher.....	7
Jugend-Sachbücher .....	7
Tipps für die Planung.....	8
Jahreszeit .....	8
Wetter .....	8
Lernorte.....	9
Rekultivierungsgebiete als Außerschulischer Lernort .....	9
Rekultivierungsgebiet Sophienhöhe .....	9
Weitere Rekultivierungsgebiete.....	10
Elsbachtal und Königshovener Höhe .....	11
Mühlenerft und Kasterer See .....	11
Peringsmaar und Boisdorfer See .....	11
Blausteinsee und Indeflur.....	11
Hinweise zu den einzelnen Arbeitsblättern .....	12
A: Themenbereich Schmetterling .....	13
Lehrerinfo .....	13
Thema: Körperbau der Schmetterlinge .....	13
Thema: Mundwerkzeuge .....	13
Thema: Entwicklung .....	13
Thema: Nahrungspflanzen von Raupe und Falter .....	14
Thema: Artenkenntnis .....	14
Expertenquiz.....	14
B: Themenbereich Blütenpflanzen.....	15
Lehrerinfo .....	15
Thema: Bau und Funktion der Blüte.....	15
Thema: Fortpflanzung .....	15
Thema: Pflanzenfamilien .....	16
Expertenquiz.....	16
C: Themenbereich Wechselwirkungen.....	16
Lehrerinfo .....	16
Thema: Vergleich von Pflanzenaufbau aufgrund unterschiedlicher Bestäubung .....	17
Thema: Mundwerkzeuge verschiedener Bestäuber.....	17
Thema: Wechselwirkungen zwischen Schmetterling und Blütenpflanze .....	18
Thema: Welchen Nutzen haben Pflanzen für den Falter? .....	18
Thema: Naturschutz .....	18
D: Themenbereich Freilandarbeit .....	19
Lehrerinfo .....	19
Thema: Die Untersuchungsfläche .....	20
Thema: Beobachtungsbogen .....	20
Thema: Falterbestimmung .....	20
Themenblätter: Pflanzenkartierung .....	20
Thema: Zusammenfassende Auswertung .....	21
Zusatzmaterial.....	21

## Vorwort

Das Leben vieler Menschen im Rheinischen Braunkohlerevier wird auch durch die Thematik der Umsiedlung und Rekultivierung geprägt. Es besteht daher das Interesse sich mit der Wiederherstellung und Neuschöpfung von Landschaften zu beschäftigen.

Leider kommen Betreuung und Informationsfluss im Bereich der Bildung oft zu kurz. Die Thematik der Umsiedlung und Rekultivierung findet nur in wenigen Schulen Beachtung. Dabei benötigen vor allem die Schüler des Rheinischen Braunkohlereviers eine angemessene Informationsbasis, damit sie befähigt werden, innerhalb ihres Umfeldes naturwissenschaftliche Strategien zu entwickeln und verantwortungsbewusste Entscheidungen zu treffen.

Die wiederhergestellten Flächen werden meist als künstliche Natur bezeichnet. Sicher handelt es sich bei den Rekultivierungsgebieten um künstlich hergestellte Flächen, die vom Menschen geschaffen wurden. Aber „natürlich“ ist unsere übrige Landschaft auch nicht: Zuckerrüben- und Rapsfelder, Wiesen und Heiden und auch unsere Nutzwälder sind nicht die von Natur aus hier vorkommenden Landschaftselemente. Interessant ist jedoch, dass alle Kulturlandschaften und so genannten künstlichen Flächen auf ganz natürlichem Weg von Pflanzen und Tieren besiedelt wurden und werden. Und verborgen bleibt oft auch wie viele Tier- und Pflanzenarten in wiederhergestellten Gebieten ihren nötigen Lebensraum vorfinden.

Die Rekultivierungsgebiete weisen verschiedenste und höchst interessante Habitate auf. Von der Vielseitigkeit der sich wieder entwickelten Flora und Fauna berichtet das Werk „Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung“ der Forschungsstelle Rekultivierung. Viele Wissenschaftler haben sich in den vergangenen 40 Jahren mit der Flora und Fauna des Rheinischen Braunkohlereviers beschäftigt. Diese Ergebnisse sollen aber nicht ausschließlich der Wissenschaft dienen, sondern auch im Bereich der Umwelterziehung in der Schule genutzt werden können.

Dieses Beiheft stellt Lehrern praktikables Unterrichtsmaterial und interessante Anregungen zum Thema „Wechselwirkungen zwischen Schmetterlingen und Blütenpflanzen“ zur Verfügung. Die Erkenntnisse über die Anpassung und Wechselwirkung zwischen den Lebewesen und ihrer Umgebung wird durch die Forschungsarbeiten aus der Rekultivierung belegt und für die Schüler an konkreten Situationen erfassbar und dadurch auch verständlicher gemacht.

Sabrina Gerres





## Zur Benutzung der Arbeitsmappe

### Rahmen

Das Unterrichtsmaterial kann durchaus für Einzelstunden verwendet werden.

Empfehlenswert ist aber die Thematik im Rahmen einer in sich geschlossenen Unterrichtsreihe zu behandeln. Wenn möglich, sollte ein Exkursionstag in den Zeitrahmen mit eingeplant werden. Eine Exkursion ermöglicht den Schülern Erfahrungen vor Ort zu sammeln und eigene Beobachtungen anzustellen. Die Schüler sollen angeregt werden, selbstständig naturwissenschaftliche Problemstellungen zu erkennen und entsprechende Lösungsstrategien zu entwickeln.

### Voraussetzungen - Legitimation

Die Arbeitsblätter eignen sich für Schüler der Sekundarstufe I. Nach den Richtlinien und Lehrplänen in NRW ist die Thematik der 8. Jahrgangsstufe zuzuordnen. Die Thematik spricht die Lebenswelt der Schüler an und sollte daher einen größeren Stellenwert erhalten.

Die Themengebiete erfordern von Seiten des Lehrers grundlegende Kenntnisse der Naturwissenschaften. Das beiliegende Buch Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung bietet ihnen eine ausführliche Basisinformation. Sie erhalten eine kurze Einführung in die Pflanzen- und Tiergruppen. Auch die Rekultivierungsgebiete werden anschaulich vorgestellt.

### Aufbau

Die Arbeitsblätter bauen aufeinander auf und sind in vier Themenkomplexen zusammengefasst. Durch ein Einstiegsblatt wird der entsprechende Themenkomplex eingeleitet. Die Schüler erhalten durch einen Kurztext auf der Infoseite einen ersten Überblick.

Im Anschluss folgen die Arbeitsblätter für die Schüler.

### Arbeitsformen

Es bieten sich verschiedene Aktionsformen an. Die methodische Gestaltung des Unterrichts kann den Arbeitsblättern entsprechend abwechslungsreich angepasst werden.

Bei der Erprobung des Unterrichtsmaterials stellte sich heraus, dass sich die Partner- und Gruppenarbeit positiv auf die Lernsituation auswirkte. Wie die praktischen Übungen und einzelnen Unterrichtsstunden zu organisieren sind muss jedoch letztlich der Lehrer entscheiden.

### Naturwissenschaftliche Zusammenhänge

Das Thema Rekultivierung beinhaltet sowohl Aspekte aus den naturwissenschaftlichen Fachbereichen als auch aus dem Bereich der Geographie. Die Zusammenarbeit und Absprache der Fachlehrer würde sich in diesem Rahmen anbieten und soll deswegen an dieser Stelle erwähnt werden.

## Ziele und Erwartungen

Die Schüler sollten...

- ☞ Grundlagen der Biologie von Schmetterlingen und Blütenpflanzen beherrschen.
- ☞ tierkundliche Daten auswerten, um biologische Arbeitsweisen und Arbeitstechniken zu erlernen.
- ☞ erkennen, dass Lebewesen in wechselseitigen Beziehungen stehen und daher voneinander abhängig sind.
- ☞ verstehen, dass Tiere bestimmte Lebensraumsprüche an ihre Umgebung stellen.
- ☞ begreifen, dass die Rekultivierung eine künstliche Landschaft erzeugt, die natürlich besiedelt wird.
- ☞ entdecken, wie Landschaft und Artenvielfalt zusammenhängen.
- ☞ fähig sein, aufgrund des Gelernten, selbstständig Lösungsstrategien für den Umgang mit unserer Mitwelt zu entwickeln.

## Theoretischer Hintergrund

Organismen stellen bestimmte Ansprüche an ihr Lebensumfeld. Ihre Lebensräume müssen alle diese notwendigen Bedingungen für ihre Existenz erfüllen. Durch die Unterschiedlichkeit der Lebensräume bildet sich eine jeweils charakteristische Kombination unterschiedlicher Arten, die in ihrer Gesamtheit eine Lebensgemeinschaft darstellen. Im Laufe der Evolutionsgeschichte haben sich vielfältige, wechselseitige Beziehungen zwischen den verschiedenen Organismen der Lebensgemeinschaften entwickelt, die wieder Rückwirkungen auf die Lebensraumeignung für die einzelnen Arten haben können. So entstehen vielfach verwobene Systeme mit komplexen Interaktionen.

In diesem Unterrichtsprojekt sollen die Wechselwirkungen zwischen Schmetterlingen und Blütenpflanzen – beispielhaft für solche komplexen Zusammenhänge – erarbeitet, erkannt und begriffen werden. An diesem Beispiel wird aufgezeigt, wie eng das Zusammenspiel von Tier und Pflanze funktioniert. Neben einer kurzen Einführung in die Biologie der Schmetterlinge und Blütenpflanzen stellen die wechselseitigen Anpassungen die zentrale Aufgabe der Unterrichtseinheit dar.

Wechselwirkungen sind vor allem im Bereich der Sinnesorgane der Falter und der Morphologie und Physiologie der Blüte zu finden. Den Duft der Blütenpflanzen nehmen Schmetterlinge über die Fühler wahr: der Geruchssinn ist bei ihnen hoch entwickelt und ermöglicht ihnen über weite Strecken zu riechen. Der Geruch spielt beim Nahrungserwerb und vor allem bei Nachtfaltern auch beim Auffinden eines Geschlechtspartners eine entscheidende Rolle. Pflanzen locken die Schmetterlinge aber nicht nur mit ihrem Duft zu den Fortpflanzungsorganen, vor allem im Nahbereich leiten Farben und oftmals komplexe Muster und Farbkontraste der Blüten die Schmetterlinge gezielt an die fortpflanzungsrelevanten Stellen. Facettenaugen und Punktaugen ermöglichen ihnen die Wahrnehmung dieser optischen Reize. Sie bevorzugen bestimmte Blütenfarben und Formen und sehen dabei ein völlig anderes Farbenspektrum als das menschliche Auge: Dabei spielt ultraviolettes Licht eine wichtige Rolle.



## Dickkopffalter an einer Distelblüte

Über den Rüssel kann der Schmetterling seine Nahrung, den flüssigen Nektar einsaugen. Der Nektar ist die Hauptnahrung der adulten Schmetterlinge, mit Ausnahme der Urmotten. Auf den Palpen und Füßen der Schmetterlinge sitzt eine Vielzahl von Geschmacksknospen mit denen sie die Geschmacksstoffe wahrnehmen. Manche – vor allem ursprüngliche Blüten wie beispielsweise Magnolien – bieten offen liegenden Nektar, um Insekten anzulocken. Andere verstecken ihn tief im Blüteninneren, dafür aber oft umso reichlicher. Schmetterlinge haben komplizierte Mundwerkzeuge entwickelt, um an diesen tief im Blütengrund verborgenen Nektar zu gelangen. Der Rüssel ist so gebaut, dass er sich dicht zu einem Saugrohr verschließen lässt und trotzdem hoch flexibel und beweglich bleibt. Mit dem langen Rüssel können Schmetterlinge lange und tiefe Röhrenblüten oder Blüten mit Sporn nutzen. Diese Entwicklung spezialisierter Mundwerkzeuge einerseits und andererseits von ebenso spezialisierten Blüten ist eines der wunderbaren Beispiele für Koevolution: der gegenseitig abhängigen Entwicklung im Laufe der Artbildung. Während die Pflanze ihre Investition in teuren Nektar nur dem zu gute kommen lässt, der auch ihren Pollen an die richtige Adresse transportiert, muss der Falter mit immer spezielleren Mundwerkzeugen beweisen, dass er dies auch wirklich tut.

Während die Falter ihre Nahrung beschaffen, helfen sie der Pflanze auch durch die pelzige Behaarung die Nachfolgeneration zu sichern. Die Pollen bleiben direkt am Rüssel, aber auch an der Behaarung haften und werden beim nächsten Blütenbesuch an der Narbe abgestreift. Dies setzt wiederum die Anpassung der Pflanzen an die tierischen Bestäuber voraus, denn nur klebriger Pollen, der in der richtigen Zeit und an der richtigen Stelle platziert ist, kann so verbreitet werden.

Pflanzen dienen aber auch den Raupen der Schmetterlinge als Nahrung – ohne einen Nutzen für die Pflanze. Dabei sind die Schmetterlinge häufig auf bestimmte Arten als Futterpflanzen spezialisiert. Dementsprechend sind die Falter eng an das Auftreten dieser Pflanzen gebunden und in der Folge sind die Standortbedingungen, die für die räumliche Verbreitung der Raupenfutterpflanzen entscheidend sind, auch wesentlich für die Verbreitung der Falter. Aber Pflanzen sind auch ganz einfach nur Strukturelemente, die die kleinstandörtlichen Lebensbedingungen beeinflussen: sie bieten beispielsweise Versteckmöglichkeiten, regulieren das Mikroklima oder sind Orientierungspunkte im Raum.

Anhand dieses Beispiels werden den Schülern die vielfältigen Abhängigkeiten zwischen Tieren und Pflanzen und ihrer unbelebten Umwelt aufgezeigt. So können sie zu einem verantwortungsbewussten Denken und Handeln geführt werden. Denn die Berücksichtigung dieser ökologischen Gesetzmäßigkeiten ist eine wesentliche Grundlage für die nachhaltige Weiterentwicklung unseres Lebensumfeldes: ganz gleich ob bei der Planung und Ausführung von Naturschutzprojekten, der Regionalentwicklung, dem Siedlungs- und Straßenbau oder wie in unserem Beispiel bei der Neugestaltung der Landschaften nach dem Braunkohlentagebau.

Ein wichtiges Ziel ist dabei die Erhaltung der Artenvielfalt. Vielfach wird dabei angenommen, dass eine möglichst große Strukturvielfalt gleichzeitig Grundlage für eine hohe Biodiversität sei. Allerdings drückt schon Krogerus in einer der „Biozönotischen Grundregeln“ die feldbiologische Erkenntnis aus, dass in hochdiversen, strukturreichen Lebensräumen zwar die Artenvielfalt groß ist, aber zugunsten von unspezialisierten Arten. Während in großflächig gleichmäßigen Lebensräumen zwar weniger Arten

vorkommen, dafür aber Hochspezialisierte und diese oftmals in hohen Dichten. Vielfach sind es aber genau diese spezialisierten Arten, die nur noch sehr selten oder sogar gefährdet sind. Diese Erkenntnis weist darauf, dass Lebensräume eine Mindestgröße – das Minimum-Areal – haben müssen. Die Beobachtung von Schmetterlingen und die Interpretation ihrer Lebensansprüche lassen auch diese Erkenntnis erfahrbar werden: beispielsweise ist der Schwalbenschwanz ein Biotopkomplexbewohner, während der Kleine Eisvogel oder der Große Schillerfalter alte, großflächig geschlossene Waldflächen benötigen.

Über handlungsorientiertes, entdeckendes Lernen gelangen die Schüler eigenständig zu den erwarteten Erkenntnissen. Dabei bieten die Rekultivierungsgebiete des Rheinischen Braunkohlereviere einen interessanten außerschulischen Lernort und die Arbeit mit den vorliegenden tier- und pflanzenkundlichen Daten und Ergebnissen aus der Forschung stellt eine anspruchsvolle und abwechslungsreiche Möglichkeit für die Gestaltung des Biologieunterrichtes dar.

## Tipps und Tricks

An dieser Stelle werden die praktischen Utensilien und Infos vorgestellt, auf die wir während der Erprobung gestoßen sind.

### ***Material und Ausstattung***

#### **Kescher**

benötigt man um Falter unversehrt einzufangen. Kescher können meist relativ preiswert erworben werden.

Um zusätzliche Kosten zu vermeiden, kann man Kescher auch selbst anfertigen. Im Zusatzmaterial (Z4) findet sich eine Bauanleitung.

#### **Becherlupen**

sind ein bekanntes und erfolgreich eingesetztes Hilfsmittel. Kleine Dinge lassen sich näher betrachten und die Bestimmung von Schmetterlingen wird erheblich vereinfacht.

Die Anschaffung von Becherlupen ist zu empfehlen. Kostenfaktor ca. 3 Euro pro Becher. Notfalls kann man für die Betrachtung der Falter auch ein alt bewährtes Einmachglas mit Folie und Luftlöchern verwenden.

#### **Kühlbox**

hilft Falter leichter zu beobachten. Man kann die Falter in einer Kühlbox kurze Zeit aufbewahren. Dann werden sie träge und können in der Becherlupe besser beobachtet werden.

#### **Schmetterlingssammlung**

zur wissenschaftlichen Dokumentation. Zwar ist das Töten und Präparieren von Tieren im Bereich der Schule eine heikle Angelegenheit. Und es gibt zu Recht strenge Auflagen und Richtlinien für die Verwendung von Tieren im Unterricht. Dennoch sollten besonders interessierte Schüler unter den notwendigen Bedingungen Tiere zu Zwecken des forschenden Lernens töten und untersuchen dürfen. Viele Arten lassen sich nur so



**Gute Bestimmungsliteratur  
und eine gut geführte  
Sammlung sind wichtige  
Requisiten der  
Feldforschung**

## Becherlupen sind wertvolle Hilfsmittel

einwandfrei nachweisen. Darüber hinaus sind gut geführte wissenschaftliche Sammlungen mit gut dokumentierten Funddaten bis zum heutigen Tag eine der wesentlichen Grundlagen für einen wissenschaftlich fundierten Artenschutz.

Eine Schmetterlingssammlung könnte im Rahmen einer Projektgruppe oder AG für die gesamte Schule entstehen. Eine Anleitung zur Präparation befindet sich im Zusatzmaterial (Z7).

## Raupenzucht

stellt eine besonders effektive Beobachtungsmöglichkeit dar.

Die Schüler können die einzelnen Entwicklungsphasen des Schmetterlings miterleben. Eine solche Aufzucht-Station kann in der Schule selbst eingerichtet werden. Man benötigt ein Terrarium oder besser einen mit feinmaschigem Netz bespannten Vogelkäfig und die Fraßpflanzen der Raupen. So kann man selber gesammelte Raupen meist problemlos bis zur Verpuppung und dem Schlupf großziehen und später dann die Falter in die Freiheit entlassen.

Es gibt aber auch käufliche Raupenaufzucht-Stationen mit allem nötigen Zubehör. Beispielsweise bei: BUNDladen, Am Köllnischen Park 1, 10179 Berlin. Oder im Internet: [www.bund.net/faltertage](http://www.bund.net/faltertage); [www.jako-o.de](http://www.jako-o.de).

## Literaturtipps

### Fachliteratur

Wolfram Pflug: Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 1998.

### Bestimmungsbücher

Wolfgang Dierl: BLV Naturführer Schmetterlinge, Heimische Tagfalter und Nachtfalter. BLV: München, 1997.

Novak und Severa: Der Kosmos Schmetterlingsführer. Kosmos-Verlag: Stuttgart, 1992.

H. J. Weidenmann: Tagfalter - beobachten, bestimmen. Naturbuch Verlag: Augsburg, 1995.

Helgard Reichholf-Riehm: Steinbachs Naturführer Schmetterlinge. Mosaik Verlag: München, 1996.

### Jugend-Sachbücher

Donald D. Wolf: Was ist Was Schmetterlinge, Band 43. Neuer Tessloff Verlag: Hamburg. Versch. Aufl.





## ***Tipps für die Planung***

### **Jahreszeit**

Viele Schmetterlingsarten bilden in einer Saison zwei Generationen aus. Das kann dazu führen, dass etwa ab Mitte Juni bis Anfang Juli wenig Falter unterwegs sind. Die meisten Tiere befinden sich dann nämlich im Raupen oder Puppenstadium. Deswegen sollten Exkursionen vorher im Mai oder erst nach den Sommerferien im August geplant werden.

### **Wetter**

Falls Petrus am Ausflugstag nicht mitspielen sollte oder sich keine Schmetterlinge finden lassen, kann ein Schlecht-Wetter-Plan eine Alternative sein. Im Zusatzmaterial sind einige Möglichkeiten näher ausgeführt.

- Spiele (Schmetterlings - Memory, Pflanzenquartette, Brett- und Würfelspiele)
- Geländespiel „Dem Falter auf der Spur“
- Pflanzenkartierung vor Ort
- Steckbriefe verschiedener Schmetterlings- und Pflanzenarten erstellen
- Rätsel (Kreuzwort- oder Bilderrätsel)
- Puzzle

**„Wenn Schüler eigene Erfahrungen mit Realobjekten machen, nehmen sie Phänomene mit mehreren Sinnen gleichzeitig wahr und „begreifen“ sie in ihrer physischen Qualität. Solches Lernen besitzt einen besonderen Stellenwert. Das gilt besonders für Kinder, die in einer zunehmend mediatisierten und virtualisierten Welt aufwachsen, einer Welt, in der Sekundärerfahrungen, vermittelt durch Fernsehen und Multimedia, auf Kosten der Primärerfahrungen zunehmen“ (Spörhase, Eichmann und Ruppert: 2004, S. 191).**

## **Lernorte**

### **Rekultivierungsgebiete als außerschulischer Lernort**

Warum bei Projekten einen außerschulischen Lernort aufsuchen?

Projekte an außerschulischen Lernorten ermöglichen den Schülern besondere Lernchancen. Über Projekte wird ein praktischer Zugang in das Thema geschaffen, auch in unser Thema „Falter und Blütenpflanzen“. Die Begegnung mit Originalen wie beispielsweise den Schmetterlingen und Blütenpflanzen lässt die Schüler ein Stück Wirklichkeit erfahren. Sie können die Lebewesen in ihren Habitaten kennen lernen und Phänomene über alle Sinne wahrnehmen.

Zudem können sich Schüler an außerschulischen Lernorten deutlich mehr handlungsorientiert mit den Unterrichtsinhalten auseinandersetzen als in der Schule selbst. Schmetterlinge können zum Beispiel gefangen und bestimmt werden. Solche handlungsorientierte Aufgaben motivieren und begeistern die Schüler deutlich stärker, als sich die Tiere nur auf Bildern an zu sehen. Auch hinsichtlich der Umwelterziehung, den Einstellungen der Schüler zu Natur, erzielen außerschulische Projekte Verhaltensänderungen und tragen zu positiven Haltungen gegenüber der Natur bei.

Die Rekultivierungsgebiete eignen sich hervorragend als außerschulische Lernorte und entsprechen der Lebenswirklichkeit vieler Schüler und Schülerinnen.

Anhand des Projektes Sophienhöhe 2005 wurden die vielseitigen Möglichkeiten der Untersuchungsflächen eines Rekultivierungsgebietes für die Schulen entdeckt und entsprechende Unterrichtsmaterialien entwickelt.

### **Rekultivierungsgebiet Sophienhöhe**

In der Nähe der Ortschaft Hambach wurde 1978 der gleichnamige Tagebau begonnen. Das Abbaufeld dieses größten und tiefsten rheinischen Braunkohlentagebaues beläuft sich auf 8.500 ha. Beim Neuaufschluss eines jeden Tagebaus muss der Abraum solange außerhalb der Grube untergebracht werden, bis im Abbaufeld selbst ein entsprechendes Kipraumvolumen zu Verfügung steht. Rund 1,1 Milliarden Kubikmeter dieses Abraums wurde zwischen 1978 und 1990 verwendet, um die 1.000 ha große Sophienhöhe aufzuschütten. Gleichzeitig wurden 1,6 Milliarden Kubikmeter des Abraums über eine Fernbandanlage zur Auffüllung der Restlöcher in den Tagebau Fortuna und später auch in den Tagebau Bergheim verbracht. Die Sophienhöhe überragt als landschaftsprägender, bewaldeter Berg die Bördelandschaft um 200 m. An den Südhang der Sophienhöhe wird seit 1993 aus weiterem Abraum auf bereits ausgekohltem Gelände eine Anhöhe mit vergleichbarer Höhe angeschüttet, die überhöhte Innenkippe Hambach.

Der Tagebau Hambach liegt im Gebiet der so genannten „Bürgewälder“. Der letzte Rest der ehemals ausgedehnten Tieflandwälder blieb nur erhalten, weil die Lössmächtigkeit gerade einmal rund 0,5 bis 1,5 m beträgt. Auf diesen Standorten entwickelten sich durch natürliche chemische und physikalische Prozesse bei der Bodenbildung Verdichtungen, durch die das Regenwasser nicht abfließen kann. Dadurch entsteht Staunässe, so dass Wurzeln nicht in größere Tiefen vordringen

können. Auf solchen Böden ist praktisch kein Ackerbau möglich. Deswegen entging dieser Wald den großen Rodungen seit dem frühen Mittelalter. Seither war diese Waldinsel die einzige Brennholzquelle und aus dem „verbürgten“ Recht der Mitglieder der umliegenden Gemeinden, hier ihr Brennholz zu schlagen, leitet sich wahrscheinlich auch der Name dieser Wälder ab. Diese Tradition, den Wald im rund zwanzigjährigen Turnus „auf den Stock zu setzen“, bestand bis in die 1950er Jahre fort. Das veränderte einerseits den ursprünglichen Wald entscheidend, hat aber andererseits letztlich auch zu seiner Erhaltung geführt. So sind ausgedehnte Eichenwälder vom Typ der Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwälder entstanden.

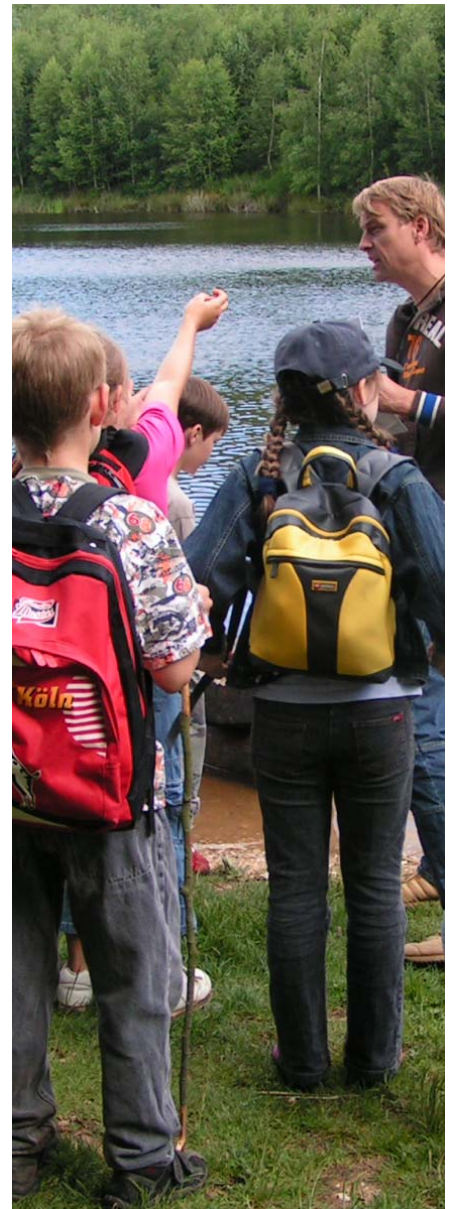
Die standörtliche Besonderheit des Tagebaus Hambach ist auch prägend für die anstehende Rekultivierung. Zum einen ist durch die vorwiegende Waldnutzung im Vorfeld des Tagebaus hier das Ziel der Rekultivierung die Wiederherstellung von Wald. Zum anderen sind die Rekultivierungsböden natürlich abhängig vom Ausgangssubstrat im Vorfeld des Tagebaus. So ist der Löss, der hier zusammen mit den Terrassenschottern für den Forstkies gewonnen wird, weitgehend entkalkt. Deswegen haben die Forstkiesböden hier, im Unterschied zu denen in Garzweiler, Fortuna und Frechen einen relativ niedrigen pH-Wert um 6 (in Wasser gemessen), sind also schwach sauer. Gleichzeitig befindet sich hier im Forstkies immer auch der belebte Oberboden des Waldes aus dem Vorfeld. So finden häufig Waldarten den Weg in die neue Landschaft, die in anderen Rekultivierungsgebieten eher selten sind: z.B. Flattergras, Ginster, Fingerhut und die namensgebende Art der hiesigen Waldgesellschaften, die Sternmire.

Gleichzeitig zur Wiederherstellung eines Waldes war hier aber auch das Ziel eine vielfältige Landschaft wieder entstehen zu lassen. So sind eingesprengt in den Wald eine Vielzahl von Weihern, Tümpeln und Wiesen angelegt worden. Rund um das Höller Horn ist ein etwa 16 ha großer Bereich vollkommen der natürlichen Entwicklung (Sukzession) überlassen worden. Hier hat man unfruchtbaren tertiären Sand, quartären Kies, Sand und Ton verkippt und sich selbst überlassen. Die Wiesen werden seit über zehn Jahren durch Schafbeweidung gepflegt und sind teilweise mit heimischen Kräutern gezielt eingesät worden.

Insgesamt ist so eine neue „Naturlandschaft“ entstanden die entsprechend artenreich wieder besiedelt wurde. Auch die Schmetterlingsfauna lässt als überschaubare Gruppe interessante ökologische Beobachtungen zu. So findet man hier mit Waldbrettspiel und Zitronenfalter einerseits Waldarten, sodann Arten der Säume und Waldränder, wie beispielsweise den Gelbwüfligen Dickkopffalter bis hin zu Biotopkomplexbewohnern, wie dem Schwalbenschwanz und typischen Arten offener Wiesen und magerer Standorte, wie etwa den Feuerfalter oder das Wiesenvögelchen.

### **Weitere Rekultivierungsgebiete**

Das Rheinische Braunkohlenrevier erstreckt sich von Brühl im Süden entlang des Höhenrückens der Ville bis nach Grevenbroich im Norden und bis nach Eschweiler im Westen. Dementsprechend gibt es im ganzen Raum nahe liegende Rekultivierungsgebiete, die sich analog zur Sophienhöhe und der überhöhten Innenkippe des Tagebaus Hambach für das hier vorgeschlagene Schulprojekt eignen. Im Buch „Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung“ wird ein Überblick über diese Gebiete gegeben. Als besonders attraktive Bereiche für freilandökologische Projekte seien hier einige kurz genannt.



**Für Kinder ist die rekultivierte Landschaft ein interessanter außerschulischer Lernort.**

### **Elsbachtal und Königshovener Höhe**

Im nördlichsten Tagebau, dem Tagebau Garzweiler, südlich von Jüchen wurde das Elsbachtal angelegt. Ein weites Tälchen inmitten der Feldflur in dem Sukzessionsflächen und Wiesenbereiche in Verbindung mit Gehölzanpflanzungen einen strukturreichen Lebensraum bilden.

Weiter südlich findet sich die Königshovener Höhe, die durch die Königshovener Mulde in einen nördlichen und südlichen Teil getrennt wird. In der Mulde und vor allem auf der südlichen Hochfläche findet man ausgedehnte Wiesenbereiche und Saumzonen. Hier sind breite bepflanzte und halboffene Grabenbereiche, eine große Obstanlage und als Besonderheit ein kleiner Weinberg zu besichtigen. Rund um die westlich angrenzende Aschedeponie erstrecken sich große nährstoffarme Magerrasen.

### **Mühlenerft und Kasterer See**

Unmittelbar an Bedburg-Kaster schließen die Grünzüge der Mühlenerft und des Kasterer Sees an. Sie bilden mit dem Hohenholzer Graben und den Böschungen der Kasterer Höhe ein weit verzweigtes Gebiet mit vielfältigen Strukturen. Entlang der Mühlenerft gibt es auwaldartige Galeriewälder und eine deutlich zonierte Wasserpflanzengesellschaft und darin eingeschlossen kleinere Wiesenflächen. In den Böschungsbereichen der Kasterer Höhe findet man lichte Jungwälder, Säume entlang der Wege und kleine Wiesenflächen.

### **Peringsmaar und Boisdorfer See**

Die Rekultivierungen der ehemaligen Tagebaue Fortuna und Frechen sind gekennzeichnet durch überwiegende landwirtschaftliche Nutzung. Eingebettet in die Feldflur findet man in beiden Gebieten große Muldenzonen mit Wäldern, Wiesen und Sukzessionsflächen, in deren Mitte die Landschaftsseen Peringsmaar und Boisdorfer See liegen. Ausgehend von diesen größeren Grünbereichen ziehen strukturreiche Grünzüge durch die Feldflur. Im Tagebau Frechen besonders zu nennen ist der „Fürstenbergraben“, der die Mulde des Boisdorfer Sees mit dem Fürstenbergmaar verbindet.

### **Blausteinsee und Indeflur**

Im Gebiet des ehemaligen Tagebaus Zukunft West bietet der Blausteinsee mit dem angrenzenden Schlangengraben vielfältige Strukturen, die eine Untersuchung lohnen. Etwas weiter westlich im Bereich des rekultivierten Tagebaus Inden liegt die seit 2005 verlegte Inde in einem breiten Tal. Die Böschungsbereiche dieser Indeflur sind durch Wanderwege erschlossen und bieten mit ihrem Wechsel aus jungen Wäldern, offenen und halboffenen Brachestrukturen und der nahe liegenden Inde mit Sümpfen und kleinen Tümpeln ein vielfältiges Lebensraummosaik.

## Hinweise zu den einzelnen Arbeitsblättern

### **A Schmetterlinge**

- Lernziel des Themas ▶ Einführung in die Biologie der Schmetterlinge
- Erwartetes Ergebnis ▶ A 1 Bauplan eines Schmetterlings  
A 2 Entwicklungsstadien  
A 3 Vergleich der Raupen und Falternahrung  
A 4 Festigung der Namenskenntnis  
A 5 Fragebogen zur Vertiefung der Infos
- Weitere Erkundungen ▶ Mikroskopische Betrachtung der Farbschuppen und des Schmetterlingsrüssels, Steckbriefe zu verschiedenen Schmetterlingsarten anfertigen.

### **B Blütenpflanzen**

- Lernziel des Themas ▶ Einführung in die Biologie der Blütenpflanzen
- Erwartetes Ergebnis ▶ B 1 Blütenbau, Lage der Fortpflanzungsorgane  
B 2 Fortpflanzung der Blütenpflanzen  
B 3 Kenntnis wichtiger Pflanzenfamilien  
B 4 Fragebogen zur Vertiefung der Infos
- Weitere Erkundungen ▶ Weitere Werbeaktionen der Blüten betrachten: z.B. Duft

### **C Wechselwirkungen**

- Lernziel des Themas ▶ Wechselwirkungen zwischen Tier und Pflanze und Tier und Lebensraum aufzeigen
- Erwartetes Ergebnis ▶ C 1 Vergleich von wind- und insektenbestäubten Pflanzen  
C 2 Mundwerkzeuge der Insekten als Anpassung an den Nahrungserwerb  
C 3 Zusammenführung der Wechselwirkungen zwischen Blüten und Schmetterlingen  
C 4 Lebensraumrequisiten für Schmetterlinge  
C 5 Kenntnis der Lebensraumansprüche als Voraussetzung für den praktischen Naturschutz
- Weitere Erkundungen ▶ Weitere Wechselwirkungen zwischen anderen Lebenspartnern

### **D Freilandarbeit**

- Lernziel des Themas ▶ Durchführung systematischer Beobachtungen im Feld; wissenschaftliches Arbeiten.
- Erwartetes Ergebnis ▶ D 1 Beschreibung einer konkreten Untersuchungsfläche mit relevanten Lebensraumelementen  
D 2 Beobachtung von Schmetterlingen

**Die Raupe des Mittleren Weinschwärmers findet man gerne an Weidenröschen**



- D 3 Artbestimmung und Recherche des ökologischen Verhaltens
- D 4/5 Methodik der Pflanzenkartierung
- D 6 Zusammenführen und Diskussion der Ergebnisse

## **A: Themenbereich Schmetterling**

### **Lehrerinfo**

Das primäre Ziel ist eine Einführung in die Biologie der Schmetterlinge. Die Schüler erwerben am Beispiel des Schmetterlingskörpers die notwendigen Grundkenntnisse über den Körperbau und seine Funktionen. Darüber hinaus eignen sich die Schüler spielerisch die erforderliche Artenkenntnis an. Im Verlauf der Unterrichtsreihe werden diese Kenntnisse und die Informationen über die Blütenpflanzen miteinander verknüpft, um beispielhaft Einsicht in ökologische Zusammenhänge zu entwickeln. Idealerweise werden diese theoretischen Erkenntnisse im Rahmen eines außerschulischen Projekttages erprobt und vertieft.

Auf der Infoseite werden die Schüler in den Themenbereich eingeführt: Ein kurzer Text informiert über die grundlegenden Merkmale und die Biologie dieser Tiergruppe.

Arbeitsblätter greifen verschieden Schwerpunkte auf und dienen zur Vertiefung.

Für den Lehrer findet sich im Buch Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung auf Seite 107 eine Einführung in die Tiergruppe der Schmetterlinge.

### **Thema: Körperbau der Schmetterlinge**

Das Themenblatt führt die Schüler in den Bauplan des Schmetterlings ein. Biologische Fachbegriffe wie Rüssel, Palpen oder Facettenaugen werden vom Lehrer vorgestellt und erläutert. In einer zweiten Aufgabenstellung sollen die Schüler eigenständig aus einer neuen Perspektive die Fachbegriffe zuordnen.

Lernziel: Die Schüler kennen den Bauplan des Schmetterlings mit den entsprechenden Fachbezeichnungen und können diesen auch eigenständig wiedergeben. Dazu ist es erforderlich die Fachbegriffe in nachfolgenden Stunden zu wiederholen.

### **Thema: Mundwerkzeuge**

Der Schmetterlingsrüssel wird beobachtet und wenn möglich mikroskopisch betrachtet. Die Mechanik des Schmetterlingsrüssels soll von den Schülern eigenständig recherchiert werden. Über die Betrachtungen und Recherche leiten die Schüler die Funktion des Organs her.

Lernziel: Die Schüler begreifen die Funktion des Schmetterlingsrüssels und leiten sie selbstständig her.

### **Thema: Entwicklung**

Die Schüler skizzieren und beschriften die einzelnen Entwicklungsphasen vom Ei bis zum Falter. Als Vorlage dient eine Abbildung, die die Entwicklung eines Zitronenfalters zeigt. Der Begriff Metamorphose wird in

diesem Zusammenhang vom Lehrer eingeführt. Zur Sicherung kann man den Begriff von den Schülern als Definition formulieren und aufschreiben lassen.

Lernziel: Die Schüler verfolgen, erschließen und verstehen die Entwicklung vom Ei bis zum Falter an einem exemplarischen Beispiel.

### **Thema: Nahrungspflanzen von Raupe und Falter**

Die Schüler ermitteln, ob Raupen und Schmetterlinge die gleichen Pflanzenarten zur Nahrungsaufnahme benötigen oder nicht. Über einen Text erhalten die Schüler eine kurze Einführung. Die nachfolgende Tabelle stellt einen Vergleich von Nahrungspflanzen der Falter und Raupen dar. Um den Praxisbezug herzustellen sollten die Tagfalterarten aus dem Buch Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung als Vorlage dienen. Im Buch findet sich auf Seite 112 die Artenliste der in den Rekultivierungsgebieten vorkommenden Tagfalterarten.

Es empfiehlt sich mit solchen Beispielen zu arbeiten, die für die Schüler auch als Originale im Freiland erfahrbar sind.

Lernziel: Die Schüler finden heraus, wie unterschiedlich die Nahrungsansprüche von Raupe und Falter von ein und derselben Art ausfallen können. Darüber hinaus werden die Schüler befähigt mit faunistischen Daten zu arbeiten.

### **Thema: Artenkenntnis**

Im Themenblatt wird die Artenkenntnis der Schüler spielerisch über sechs verschiedene Bilderrätsel trainiert. An dieser Stelle würde es sich anbieten, die Schüler anschließend Steckbriefe zu einzelnen Schmetterlingsarten anfertigen zu lassen. Über kurze Präsentationen der Schüler werden die häufigsten heimischen Tagfalterarten vorgestellt und kennen gelernt. Über das Schmetterlingsmemory werden die Tagfalterartenkenntnisse spielerisch erweitert und trainiert. Einen blanko Steckbrief findet man unter D3 und das Schmetterlingsmemory im Zusatzmaterial (Z3).

Lernziel: Die Schüler eignen sich eine grundlegende Artenkenntnis heimischer Tagfalter an.

### **Expertenquiz**

Das Experten-Quiz dient zur Überprüfung des Gelernten. Die Schüler überprüfen eigenständig, ob sie den bisherigen Unterrichtsstoff beherrschen oder evtl. Lücken aufgearbeitet werden müssen. Das Quiz kann vom Lehrer auch als Vorlage für einen Test verwendet werden. Es stellt den Abschluss dieses Themenbereiches dar.



**Das Waldgeißblatt mit seinen langen Kronröhren ist eine typische Nachtfalterblume.**

## ***B: Themenbereich Blütenpflanzen***

### **Lehrerinfo**

Der Themenbereich ermöglicht zunächst eine Wiederholung des Unterrichtsstoffes aus der 5. und 6. Jahrgangsstufe. Bau und Funktion der Blüte werden wiederholt und differenziert betrachtet. Spielerisch eignen sich die Schüler eine grundlegende Artenkenntnis an. Die Artenkenntnis der Schüler sollte vor allem auf Exkursionen trainiert werden, damit typische Merkmale der Pflanzenfamilien im Freiland von Schülern überprüft werden.

Im Themenbereich Wechselwirkungen werden die Kenntnisse aus den Themenbereichen Schmetterlinge und Blütenpflanzen zusammengeführt und miteinander verknüpft.

Die Infoseite führt die Schüler in den Themenbereich Blütenpflanzen ein. Ein kurzer Text informiert über Bau und Funktion der Blütenpflanzen.

Die Arbeitsblätter greifen verschiedenen Schwerpunkte auf und dienen zur Vertiefung.

Für den Lehrer findet sich im Buch Tiere und Pflanzen in der Rekulktivierung auf Seite 41 eine Einführung in die Pflanzengruppe. Zu den Gefäßpflanzen zählen die Farn- und Samenpflanzen. Samenpflanzen gliedern sich nochmals in bedeckt -und nacktsamige Pflanzen. Mit Blütenpflanzen sind die bedecktsamigen Pflanzen gemeint, d.h. der Samen ist in einem so genannten Fruchtknoten eingeschlossen und liegt nicht frei.

### **Thema: Bau und Funktion der Blüte**

Die Schüler beschriften die einzelnen Bestandteile einer Kirschblüte mit den entsprechenden Fachbegriffen. Die erforderlichen Fachbegriffe müssen Schülern eines achten Schuljahres bekannt sein. Im Notfall muss der Lehrer Hilfestellung leisten, z.B. in dem er die entsprechenden Begriffe an die Tafel schreibt. Die Schüler müssten in diesem Fall nur noch den Begriff dem richtigen Blütenteil zuordnen. Diese Variante stellt eine klare Vereinfachung dar, falls die Schüler das nötige Vorwissen nicht mitbringen. In der zweiten Aufgabe stellen die Schüler eigenständig eine Hypothese bezüglich der Funktion von Staubblatt und Narbe auf. Die Hypothesen werden im Anschluss diskutiert und überprüft.

Lernziel: Bau und Funktion der Blütenorgane werden wiederholt und vertieft.

### **Thema: Fortpflanzung**

Über einen Lückentext wird das Wissen der Schüler bezüglich der Fortpflanzung von Blütenpflanzen ermittelt und wiederholt. Wichtige Angaben hierzu finden die Schüler in der Infobox. Die meisten Lösungsworte sind aber auch durch den logischen Zusammenhang erkennbar. Schüler eines achten Jahrgangs dürften den Lückentext problemlos vervollständigen können. Zudem kann der Lehrer bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes Hilfestellung leisten.

Lernziel: Die Fortpflanzung der Blütenpflanzen wird von den Schülern wiederholt und vertieft.



**Die Herstellung  
blütenreicher  
Wiesenflächen ist ein  
wichtiges Ziel in der  
Rekultivierung.**

## **Thema: Pflanzenfamilien**

Mit Hilfe des Themenblattes trainieren die Schüler die Formenkenntnis der Pflanzenfamilien. Es hat sich herausgestellt, dass es wenig Sinn macht mit Schülern der Sekundarstufe I bis zur einzelnen Blütenpflanzenart zu bestimmen. Diese Anforderung entspricht nicht den Fähigkeiten der Schüler.

Viel wichtiger und auch angemessener ist es, das Bestimmen auf Pflanzenfamilien zu beschränken. Für einen Schüler im Sekundarstufen Bereich I reicht es völlig aus, wenn er fähig ist eine Pflanze der entsprechenden Familie zuzuordnen.

In Gruppen- oder Partnerarbeit werden Merkmale der einzelnen Pflanzenfamilien erarbeitet und im Klassenverband vorgestellt.

Das Themenblatt bietet eine mögliche Vorlage.

Lernziel: Die Schüler ermitteln Merkmale der häufigsten Pflanzenfamilien und können diesen entsprechende Pflanzenarten zuordnen.

## **Expertenquiz**

Auch in diesem Themenbereich dient das abschließende „Experten-Quiz“ zur Überprüfung des Gelernten. Die Schüler testen eigenständig, ob sie den bisherigen Unterrichtsstoff beherrschen oder ob evtl. Lücken aufgearbeitet werden müssen. Das Quiz kann vom Lehrer auch als Vorlage für einen Test verwendet werden. Es stellt den Abschluss dieses Themenbereiches dar.

## ***C: Themenbereich Wechselwirkungen***

### **Lehrerinfo**

Lebewesen können nur überleben, wenn es ihnen gelingt, all ihre Bedürfnisse aus der Umwelt zu befriedigen. Dazu müssen sie sich vielfach an die Gegebenheiten ihrer unbelebten und belebten Umwelt anpassen. Da jede Anpassung aber gleichzeitig den Verlust andersartiger Fähigkeiten bedeutet, definieren diese Anpassungen in der Folge die Ansprüche einer Art an Ihre Umwelt. Insbesondere die Anpassungen an andere Lebewesen führen dort ebenfalls zu Veränderungen, die dann wieder auf die erste Art zurück wirken: beispielsweise entwickeln Pflanzen Gifte gegen Raupenfraß und die Raupen in der Folge Immunität gegen die Gifte und so weiter. Durch diese wechselseitigen Anpassungen – Koevolution – entstehen enge Beziehungen untereinander. Ein Beispiel, um den Schülern diese wechselseitigen Abhängigkeiten zu verdeutlichen, ist die enge ökologische Beziehung zwischen Blütenpflanzen und Schmetterlingen. Sie erfahren, dass sich Lebewesen an ganz bestimmte Eigenschaften ihrer Umwelt – unbelebt und belebt – angepasst haben und wie diese Anpassungen wieder auf sie selbst einwirken.

Bei der Gestaltung von Kulturlandschaften – und letztlich ist Mitteleuropa insgesamt eine große Kulturlandschaft – wirken ganz ähnliche Mechanismen: Der Mensch nutzt bestimmte Umweltbedingungen für sein Überleben und verändert dadurch seine Umwelt. Dieser Prozess läuft allerdings überwiegend nicht auf der Basis genetischer Evolution sondern wesentlich rascher durch kulturelle Evolution.

Dabei werden die Umweltveränderungen durch menschliches Handeln ganz unterschiedlich bewertet: Kalkmagerrasen und Heiden – entstanden



aus nicht nachhaltiger Übernutzung und Ausbeutung – gelten als besonders schützenswert; Fichtenforste oder Äcker werden als unnatürlich verdammt. Das war nicht immer so und zeigt, dass diese Bewertungen subjektiv geprägt sind. Insgesamt kann aber gelten, dass nachhaltiges verantwortungsbewusstes Handeln voraussetzt, dass man die Folgen im Blick hat. Diese können wiederum nur gezielt beeinflusst werden, wenn man die komplexen Zusammenhänge kennt. Frei nach dem Motto Benjamin Franklins: „*Der Natur gebietet nur, wer ihr gehorcht.*“

Die rekultivierten Landschaften im Rheinischen Braunkohlerevier sind ein für die Schüler der Region erlebbares Beispiel für diese ökologischen Zusammenhänge: Nur durch die Berücksichtigung der natürlichen Prozesse ist die Herstellung einer neuen, nachhaltig lebensfähigen Landschaft möglich. Daher ist es auch von schulischer Seite sinnvoll, die Schüler in ihrem Verantwortungsbewusstsein der heimischen Natur gegenüber durch naturwissenschaftliche Kompetenz zu einer angemessenen Mündigkeit zu erziehen.

Im Themenbereich Wechselwirkungen werden die Grundlagen aus den beiden Themenbereichen Schmetterlinge und Blütenpflanzen miteinander verknüpft. Diese Grundlagen sind unbedingt erforderlich, damit die Schüler die Zusammenhänge begreifen. Daher ist es sinnvoll diesen Themenbereich nicht aus dem Gesamtkontext herauszunehmen.

Die Infoseite führt die Schüler in die Thematik ein. Sie ist wegen des Umfangs des Themas ausführlicher gestaltet. Der Text geht auf die wechselseitigen Anpassungen zwischen Faltern und Blütenpflanzen ein. Trotz des Umfangs ist er nur ein Einstieg. Einige Wechselwirkungen sollten exemplarisch herausgegriffen und differenziert betrachtet werden.

### **Thema: Vergleich von Pflanzenaufbau aufgrund unterschiedlicher Bestäubung**

Zunächst vergleichen die Schüler die unterschiedliche Bauweise von Blütenpflanzen, die durch Wind oder durch Insekten bestäubt werden.

Bevor die Aufgabe von den Schülern bearbeitet wird, müssen Bilder einer vom Wind bestäubten und einer durch Insekten bestäubten Pflanze gezeigt und gemeinsam erarbeitet werden. Die Schüler sollen die Unterschiede feststellen und beschreiben. Als Vertiefung wird dann das Themenblatt selbstständig von den Schülern erarbeitet. Die Aufgabe besteht darin eine Tabelle zu vervollständigen, d.h. die passenden Textstücke müssen der richtigen Spalte zugeordnet werden.

Lernziel: Die Anpassung von Tier und Pflanze aneinander wird den Schülern auch aus der Perspektive der Blütenpflanzen aufgezeigt.

Auch Pflanzen haben sich aufgrund der Fortpflanzung ihren Bestäubern entsprechend angepasst.

### **Thema: Mundwerkzeuge verschiedener Bestäuber**

Die Schüler betrachten anhand von Abbildungen die Mundwerkzeuge verschiedener Blütenbestäuber, beispielsweise die von Fliegen und Bienen.

Sie erhalten den Auftrag, die Unterschiede herauszuarbeiten und gegenüberzustellen. Im Anschluss werden den Blütenbestäubern die entsprechenden Blüten zugeordnet.

Lernziel: Die Schüler erkennen die Vielfalt der möglichen Anpassungen.

## **Thema: Wechselwirkungen zwischen Schmetterling und Blütenpflanze**

In einer Tabelle werden den Schülern verschiedene Anpassungen genannt, diese sollen von den Schülern mit dem passenden Gegenüber ergänzt werden. Beispiel: Der Sehsinn des Schmetterlings ist genannt, der Schüler nennt als passendes Gegenüber die Blütenfarbe und -form.

Darüber hinaus soll von den Schülern ein kurzer Text zur Erläuterung der Anpassung verfasst werden.

Lernziel: Die Schüler ermitteln an einem konkreten Beispiel die enge Anpassung von Tier und Pflanze. .

## **Thema: Welchen Nutzen haben Pflanzen für den Falter?**

Über das Themenblatt sollen die Schüler herausfinden, welche Funktionen Pflanzen im Lebensraum des Schmetterlings einnehmen können. Pflanzen dienen nicht nur zur Nahrungsaufnahme von Raupe und Falter. Sie bieten auch Schutz, dienen als Ruhe- und Schlafplatz, werden als Aufwärmplatz genutzt oder bieten Orientierung im Raum. Zum Beispiel sammeln sich Waldfalter wie die Schillerfalter an den höchsten Bäumen eines Waldes für den Hochzeitsflug. Das heißt Tree-topping. Ähnlich machen es Offenlandarten wie der Schwalbenschwanz. Ihr genetisches Programm leitet sie zu den höchsten Punkten einer Landschaft, wo sich Männchen und Weibchen dann zur Paarung finden. Das nennt man dann Hill-topping und ist beispielsweise rund um den Römerturm auf der Sophienhöhe gut zu beobachten.

Die Schüler beschreiben zunächst die Abbildung und fassen anschließend die wichtigsten Nutzungsmöglichkeiten des Falters von Pflanzen zusammen. Nachdem die wichtigsten Nutzungsmöglichkeiten über ein Unterrichtsgespräch ermittelt und erklärt wurden, bearbeiten die Schüler den Lückentext nach Möglichkeit selbstständig.

Lernziel: Die Schüler verstehen, dass der Lebensraum eines Tieres viele - oftmals zunächst unbekannt oder nicht nahe liegende Funktionen oder Nutzungsmöglichkeiten bietet und bieten muss.

## **Thema: Naturschutz**

Als Abschluss dieses Bereichs dient das Themenblatt Naturschutz. Zunächst erhalten die Schüler noch einmal eine textliche Information in der deutlich wird, wie die bisher gesammelten Erkenntnisse auf die Fragen des Naturschutzes angewandt werden können.

Die Schüler sollen anhand von Literatur oder einer Internetrecherche die Lebensraumansprüche von ausgewählten Faltern oder den im Feld selber gefundenen Arten ermitteln. Die Ergebnisse aus dem Themenblatt Nahrungvergleich von Falter und Raupe können hier verknüpft werden. Welche Pflanzen Schmetterlinge und Raupen als Nahrungsgrundlage in ihrem Lebensraum benötigen, wurde von den Schülern schon im Vorfeld ermittelt. Nun soll darüber hinaus überprüft werden, welchen Falterarten die Rekultivierungsgebiete in ihren Ansprüchen gerecht werden und welchen Arten nicht.

Dann recherchieren die Schüler, warum einige Schmetterlingsarten in den Rekultivierungsgebieten seltener, andere wiederum häufiger vorkommen und wie die Verbreitung und Häufigkeit dieser Arten nach der Roten Liste



bewertet wird. Dazu wird mit der Tabelle 20 im Buch Pflanzen und Tiere in der Rekultivierung auf S.112 gearbeitet. In der Tabelle sind die bisher in den Rekultivierungsgebieten vorkommenden Tagfalterarten verzeichnet.

Ein Rekultivierungsgebiet sollte exemplarisch als Untersuchungsfläche ausgewählt werden. Dabei bietet sich natürlich das Rekultivierungsgebiet an, welches auch als Ausflugsziel vorgesehen ist.

Über den Bereich Naturschutz sollen die Schüler zu verantwortungsbewusstem Denken und Handeln angeregt werden. Ziel ist es, die Schüler für die wirklichen naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten zu sensibilisieren.

## ***D: Themenbereich Freilandarbeit***

### **Lehrerinfo**

Das Ziel des Themenbereichs Freilandarbeit ist, den Schülern zu ermöglichen und eigenständig die erlernten naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten zu überprüfen. Außerdem soll praktisches Arbeiten in der Natur, wie beispielsweise Bestandserhebungen oder die Bestimmung von Schmetterlingen von den Schülern erlernt und trainiert werden. Die Schüler lernen die Rekultivierungsgebiete kennen und erfahren, dass hier eine künstlich geschaffene Fläche „natürlich“ besiedelt wurde.

Es bietet sich an, zunächst die Grundlagen der Themenbereiche Schmetterling, Blütenpflanzen und Wechselwirkungen zu erarbeiten.

Erst im Anschluss sollte eine Exkursion das Gelernte und somit die Grundlagen vertiefen. Über das Erleben in der Natur werden die im Vorfeld erarbeiteten Informationen wiederholt und dadurch im Langzeitgedächtnis der Schüler gespeichert.

Das bedeutet nicht, dass Exkursionen nicht auch zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführt werden können. Es kommt darauf an, welchen Zweck die Exkursion erfüllen soll. Eine Exkursion kann auch als Einstieg in ein neues Thema genutzt werden und die Schüler für die Thematik begeistern, motivieren und betroffen machen.

Man kann z. B. auch ein so genanntes Projekt durchführen und die Unterrichtsthemen durch praktisches Arbeiten auf Exkursionen erarbeiten. Das würde bedeuten, dass man zwischen Unterrichtsstunden in der Schule und solchen am außerschulischen Lernort wechselt. Ein solcher Lernortwechsel würde sich beispielsweise für eine Projektwoche, wie sie in den Gesamtschulen durchgeführt wird, anbieten.

Für den Bereich Freilandarbeit muss die Infoseite für die Schüler vom Lehrer entsprechend des ausgewählten Rekultivierungsgebietes angefertigt werden. Alle wichtigen Informationen finden sich im Buch Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung ab Seite 9. Als Vorlage dient hier das Rekultivierungsgebiet Hambach

Über die Infoseite erhalten die Schüler zunächst grundlegende Angaben zum Rekultivierungsgebiet Hambach. Ein kurzer Text führt in die Entstehung, die geographische Lage und die Entwicklung dieses Rekultivierungsgebietes ein. In Hambach sollten mindestens drei bis vier unterschiedliche Flächen für die Untersuchungen berücksichtigt werden.

## **Thema: Die Untersuchungsfläche**

Die Schüler zeichnen zunächst die entsprechende Untersuchungsfläche ein. Dabei müssen sie die Gegebenheiten der Fläche genauestens betrachten und in ihrer Zeichnung umsetzen. Für Schüler eines achten Schuljahres dürfte dieser Arbeitsauftrag problemlos umsetzbar sein.

Da sich im Rekultivierungsgebiet Hambach drei bis vier Untersuchungsflächen anbieten, sollten mindestens drei verschiedene Flächen skizziert werden. Ziel ist es, dass jeder Schüler eine Zeichnung der Untersuchungsflächen anfertigt.

Tipp, das Themenblatt auf festen Karton kopieren. Das Zeichnen wird auf festem Pappkarton leichter.

Material: Unterlage zum Zeichnen, Bleistifte und Buntstifte

## **Thema: Beobachtungsbogen**

Die Schüler beobachten Schmetterlinge in ihrem Lebensraum. Der Beobachtungsbogen dient den Schülern als Hilfestellung und wird einfach ausgefüllt. Insgesamt sollten im Rekultivierungsgebiet Hambach drei Beobachtungen auf unterschiedlichen Flächen durchgeführt werden.

Ziel ist es, dass die Schüler selbst erkennen, wie ein Falter seinen Lebensraum nutzt und sich darin verhält.

Verknüpfung: Bereich Wechselwirkung (C4).

## **Thema: Falterbestimmung**

Im Themenblatt erhalten die Schüler den Auftrag mindestens drei verschiedene Tagfalterarten zu fangen und mit Hilfe eines Bestimmungsbuches die Art zu ermitteln. Im Themenblatt werden die gefangenen Tagfalterarten notiert und mit weiteren Informationen, wie beispielsweise Vorkommen, Verbreitungsgebiet, Merkmale der Familie, usw. versehen. Es bietet sich natürlich an, die Tagfalter mit einer Digitalkamera festzuhalten, später auszudrucken und in das Themenblatt einzukleben. Im Rekultivierungsgebiet Hambach bieten sich drei bis vier unterschiedliche Untersuchungsflächen an, in denen jeweils eine Bestimmung durchgeführt werden sollte, damit die Schüler auch verschiedene Tagfalter erleben können.

Ziel ist es, dass die Schüler die Schmetterlinge als Originale erfahren und verschiedene Arten kennen lernen.

Verknüpfung: Bereich Schmetterling (A3, A4)

Material: Bestimmungsbücher, Kescher und Becherlupen

## **Themenblätter: Pflanzenkartierung**

Die Schüler erhalten alle notwendigen Informationen um eine Pflanzenkartierung durchzuführen. Hinsichtlich des Zeitrahmens der Exkursion sollten die Schüler im Unterricht auf die Kartierung vorbereitet werden. Somit wird kostbare Zeit am Exkursionstag eingespart.

Der Pflanzenaufnahmebogen wird von den Schülern möglichst genau erstellt. Gruppen- oder Partnerarbeit bietet sich hinsichtlich des Arbeitsauftrages hervorragend an, um die soziale Kompetenz der Schüler zu fördern. Im Rekultivierungsgebiet Hambach lohnt es sich, jedes Arbeitsteam drei bis vier Kartierungen durchführen zu lassen.

**Das Buch Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung gibt einen Überblick über die Ergebnisse aus gut vierzig Jahren Freilandforschung in der Rekultivierung.**

Ziel ist, dass die Schüler mindestens zwei bis drei unterschiedliche Untersuchungsflächen kennen lernen, sich die erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten für die Kartierung aneignen und ihre Artenkenntnis erweitern.

Verknüpfung: Pflanzenbestimmung im Freiland

Material: Pflanzenfamilien (B3) und Bestimmungshilfen

### **Thema: Zusammenfassende Auswertung**

Das Themenblatt stellt nun die Verknüpfung der vorausgegangenen Aufgaben her. Nachdem die Schüler die Untersuchungsgebiete skizziert und entsprechende Kartierungen durchgeführt haben, können sie die Untersuchungsflächen hinsichtlich der Lebensraumfunktionen für Tagfalter überprüfen. Bei der Bestimmung wurde notiert in welchem Untersuchungsgebiet die Falter gefangen oder beobachtet wurden. Mit Hilfe der Tabelle 20 auf S.112 im Buch Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung werden die Ergebnisse mit den Befunden der Forschungsstelle Rekultivierung verglichen und ausgewertet.

Dieser Arbeitsteil kann, wenn die Zeit nicht ausreicht, auch im Rahmen einer Nachbereitungsstunde durchgeführt werden. Lernziel ist, dass die Schüler die Ergebnisse miteinander in Zusammenhang bringen und analysieren. Daraus ergeben sich wichtige Erkenntnisse bezüglich der Krogerus Regel, die von den Schülern eigenständig erarbeitet wurde.

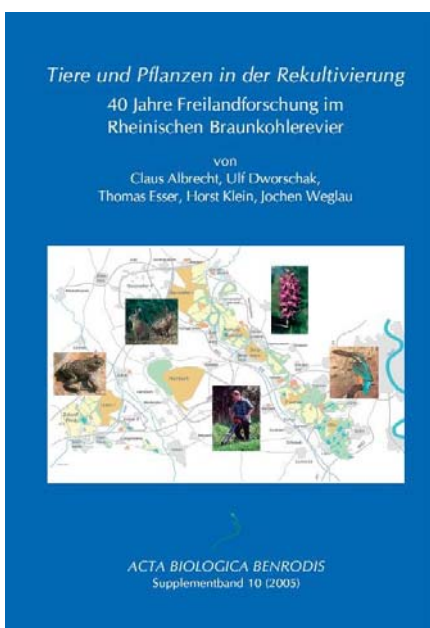
Verknüpfung: Bereich Wechselwirkungen (C3)

### **Zusatzmaterial**

Das Ziel des Zusatzmaterials ist es, den Schülern die Möglichkeit zu bieten, das eigenständig Erlernte spielerisch einzuüben, damit sich die Inhalte dieser Reihe langfristig beim Schüler festigen können.

Beispielsweise kann die Bestimmung von Schmetterlingen mit Hilfe eines Memorys erlernt und trainiert werden. Beim Memory (englisch = Gedächtnis) ist es wichtig, dass sich der Spieler merkt, wo die einzelnen Bilder verdeckt liegen. Es gewinnt der Spieler, der die meisten Bildpaare aufspürt. Das Schmetterlingsmemory unterstützt den Lernprozess der Schüler und ermöglicht ein angemessenes Training mit den entsprechenden Schmetterlingsarten. Ein derartiges Training sollte im Vorfeld mit in die Unterrichtsreihe eingeplant werden, da Schüler sonst nicht im Stande sind verschiedenen Schmetterlingsarten im Freiland zu bestimmen. Die seit langem bekannte Beobachtung, dass Schüler Bilder von Objekten besser behalten können als deren Begriffe, wurde bei der Herstellung des Memorys berücksichtigt. Den Schmetterlingsbildern sind die entsprechenden Artenname zugefügt worden, damit sich sowohl Bild, als auch der passende Name beim Schüler einprägen. Um eine Schwierigkeitsstufe einzubauen, wurden bei den Bildpaaren eins mit dem deutschen und eins mit dem wissenschaftlichen Schmetterlingsnamen versehen.

Das Bestimmen von Pflanzen erfordert ein angemessenes Training, auch wenn sich die Pflanzen im Gegensatz zu den Schmetterlingen wesentlich ruhiger verhalten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass es für Schüler sehr schwierig ist, die Pflanzenart zu erkennen. Schüler sind dann schnell frustriert und verlieren als Konsequenz die Lust am Pflanzenbestimmen. Daher wurde für diese Unterrichtsreihe ein Pflanzenfamilien-



Bestimmungsheft angefertigt. Diese Reduktion unterstützt das Bestimmen für den Schüler und macht Erfolgserlebnisse möglich.

Das Bestimmungsheft beinhaltet die Pflanzenfamilien, zu denen die auf den Untersuchungsflächen der Sophienhöhe vorkommenden Pflanzenarten zugeordnet werden können.

Schüler sollen neben den adäquaten Arbeitsweisen, wie beispielsweise dem Betrachten, Beobachten und Vergleichen von Objekten oder Vorgängen auch lernen entsprechende Hilfsmittel anzufertigen. Zur Beobachtung eines Schmetterlings bei der Nahrungsaufnahme und zum Vergleich mit anderen Insektenarten kann man eine so genannte Gelbschale einsetzen. Die Bauanleitung für solch eine Gelbschale, ermöglicht Ihnen und den Schülern eine möglichst preiswerte Herstellung dieses Hilfsmittels.

Ebenso ermöglicht ihnen die Bauanleitung für einen Kescher den einfachen und kostengünstigen Eigenbau. Durch eine Bilderabfolge erhalten die Schüler eine detaillierte Anleitung (Z5).

Ein fächerübergreifendes Arbeiten bietet sich vor allem bei der Herstellung von Kescher und Gelbschale an. Im Kunst- oder Technikunterricht könnten die Geräte angefertigt werden.

Die Anleitung zur Falterpräparation bietet eine Möglichkeit für die Schüler, Objekte durch sachgerechte Arbeitsweise dauerhaft zu erhalten. Auch das Präparieren oder das Sezieren von Objekten stellen wichtige Arbeitsweisen des Biologieunterrichtes dar. Die Erhaltung eines Objektes aus wissenschaftlichem Interesse heraus ist legitim, solange die notwendigen Rechtsgrundlagen eingehalten werden. In der Anleitung erhalten sie ausreichende Informationen zum notwendigen Material und der entsprechenden Vorgehensweise.

Das Würfelspiel „Mit dem Falter unterwegs“ dient den Schülern als grundlegende spielerische Wiederholung des Gelernten. Es ist als einfaches Würfelspiel konzipiert, dessen Schwierigkeitsgrad durch kleine Änderungen vom Lehrer bestimmt werden kann.

Der Lehrer gibt den Schülern z.B. Felder vor, auf denen sie bestimmte Aktionen erwarten. Solche Aktionen wären beispielsweise:

„Male einen Zitronenfalter“ oder „Beantworte die folgende Frage!“.

Möglich wäre auch ein Frage-Antwortspiel. Die Schüler können sich Wissensfragen ausdenken, die bei bestimmten Feldern beantwortet werden müssen. Beantwortet der Mitspieler die Frage richtig, darf er weiterflattern. Wird die Frage falsch beantwortet, muss ausgesetzt werden.

Es sind verschiedene Variationen oder auch Kombinationen bei der Spielgestaltung möglich. Hauptsache ist, dass es den Schülern Spaß macht ihr erworbenes Wissen spielerisch zu testen und zu trainieren.