



BÄUME ERZÄHLEN

Pädagogische Unterlagen

erstellt im Zusammenhang mit der
Ausstellung «Bäume erinnern sich»

Naturhistorisches Museum Freiburg
Mai 2015





Diese Unterlagen wurden vom Naturhistorischen Museum im Rahmen der Ausstellung „Bäume erinnern sich“ zusammengestellt. Die Ausstellung zeigt vor allem Reliktbäume aus der Ära vor den Eiszeiten. Für diese Unterlagen wurde das Thema ausgeweitet und behandelt auch den Wald im Allgemeinen. Der Theorieteil und die vorgeschlagenen Aktivitäten helfen Ihnen, dieses Thema in der Schule zu behandeln und, falls Sie dies möchten, die Ausstellung mit Ihrer Klasse zu besuchen. Auf Seite 3 befinden sich zusätzliche Erklärungen zur Benutzung dieser Unterlagen.



Museumsbesuche für Klassen sind möglich von Montag bis Freitag von 14.00 bis 18.00 Uhr und von Dienstag bis Freitag von 8.00 bis 12.00 Uhr. Wir bitten Sie, Ihren Besuch mindestens einen Tag zuvor anzumelden.

Um das Museum zwischen 12.00 bis 14.00 zu besuchen, muss mindestens 2 Wochen vor dem Besuch eine schriftliche Anfrage gemacht werden (museumfribourg@fr.ch).

Der Eintritt ins Museum ist gratis.

Bevor Sie mit Ihrer Klasse ins Museum kommen, bitten wir Sie, Ihren Schülern die folgenden drei Regeln, welche in einem Museum zu respektieren sind, beizubringen:

- nicht herumrennen
- nicht schreien
- die Vitrinen und Objekte nicht anfassen

Wir wünschen Ihnen und Ihrer Klasse einen schönen Museumsbesuch!

Umsetzung der Unterlagen:

Konzept, Texte, Aktivitäten: Catherine Pfister Aspert, Noemi Auer, Yann Fragnière

Zeichnungen/Illustrationen: Lisa Schild

Karten «Bäume erinnern sich»: Yann Fragnière

Fotos: NHMF (sofern nicht anders vermerkt)

Übersetzung: Lisa Schild, Catherine Pfister Aspert

Table des matières

Wie benutzt man diese Unterlagen?	4
I. Wir entdecken den Wald	5
1. Der Wald unter der Lupe	5
A. Was ist Wald?	5
B. Wie entsteht Wald?	5
C. Stoffkreislauf im Wald	7
D. Die Funktionen eines Waldes	7
2. Aktivitäten zum Thema	10
01. Hallo Baum!	10
02. Die Schätze des Waldes	10
03. Das Herbarium	11
04. Das Schicksal eines toten Blattes	12
05. Vogelgesänge	13
06. Freier Besuch der Ausstellung «Bäume erinnern sich» (ab 3P)	14
07. Atelier «Bäume erzählen» (3-6P)	14
08. Atelier «Die Tiere des Waldes» (KG, 1- 2P)	14
09. Koffer «Tierspuren»	14
II. Bäume erinnern sich	15
1. Die Ausstellung in aller Kürze	15
2. «Bäume erinnern sich»: ein paar Erklärungen	16
A. Die geologischen Zeitalter	16
B. Der Rückzug der Bäume	18
3. Übungen «Bäume erinnern sich»	22
A. Aufgaben zum theoretischen Teil dieser Unterlagen	22
B. Aufgaben zum Lösen in der Ausstellung	25
C. Aktivität zur Wiederholung des Stoffes nach dem Museumsbesuch	26
III. Bibliographie und Quellen	27

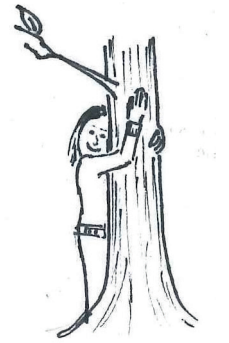
Wie benutzt man diese Unterlagen?

Die Unterlagen bestehen aus zwei Hauptteilen. Der erste Teil „Wir entdecken den Wald“ behandelt allgemeine Aspekte des Themas Wald. Sie ist vor allem für Klassen des Kindergarten und der unteren Primarstufen. Der zweite Teil „Bäume erinnern sich“ steht im Zusammenhang mit der Sonderausstellung des Naturhistorischen Museums und ist auf die oberen Primarstufen abgestimmt.

I. «Wir entdecken den Wald»

Dieser Teil besteht aus einem Theorieteil («1. Der Wald unter der Lupe») und einer Sammlung von Aktivitäten («2. Aktivitäten zum Thema»).

Der theoretische Teil erlaubt es der Lehrperson sich über die Funktion eines Waldes zu informieren. Die Illustrationen können als visuelle Unterstützung für Erklärungen im Unterricht benutzt werden.



Die Aktivitäten können im Wald, im Klassenzimmer und/oder im Museum durchgeführt werden. Sie bestehen zum Teil aus mehreren Einheiten, welche an verschiedene Orte ausgeführt werden müssen, und manchmal aus einer Aktivität, welche an einem bestimmten Ort durchgeführt werden muss. Für die Übersichtlichkeit wurden die verschiedenen Aktivitäten mit folgenden Piktogrammen gekennzeichnet:



Im Wald



Im Klassenzimmer



Im Museum

Die Aktivitäten sind von einander unabhängig und können je nach Interesse ausgewählt werden. Für einige Aktivitäten benötigen die Schüler ein Beobachtungsblatt, welche Sie zusätzlich auf unserer Homepage in einem zweiten Dokument finden.

II. «Bäume erinnern sich»

Dieser Teil beinhaltet einen theoretischen Text zu Reliktbäumen, welcher als Arbeitstext für die Schüler benutzt werden kann, und einen Teil mit Übungen zum Thema. Diese Übungen sind folgendermassen aufgebaut:

- A: Übungen, welche mit Hilfe des Theorietextes gelöst werden können
- B: Übungen, welche in der Ausstellung gelöst werden müssen
- C: Übungen, welche als Abschluss, nach Bearbeitung der Theorietexte und nach dem Besuch des Museums gelöst werden können



I. Wir entdecken den Wald

1. Der Wald unter der Lupe

A. Was ist Wald?

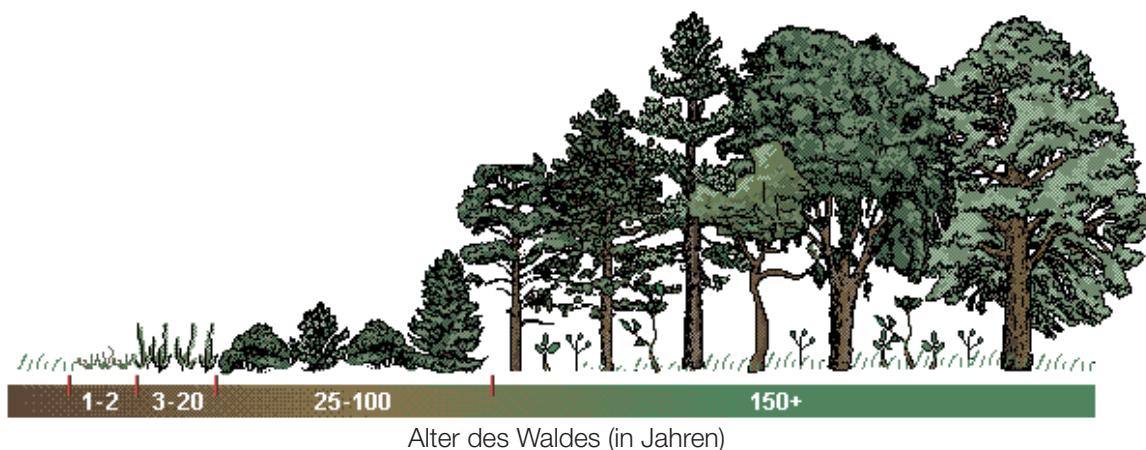
Es gibt keine allgemein gültige Definition von Wald. Forschungsanstalten, Umweltschutzorganisationen und politische Organe benutzen unterschiedliche Definitionen. Selbst die rechtliche Definition unterscheidet sich von Kanton zu Kanton. Laut dem Freiburger Waldgesetz ist Wald eine von Bäumen und Sträuchern besiedelte Fläche, von mindestens 800 m² und einer Mindestbreite von 12 m. In der Schweiz bleibt Wald aber immer noch Wald, auch wenn auf einer Fläche, zum Beispiel durch Sturm oder Waldbrand, alle Bäume zerstört wurden. Sogar wenn über längere Zeit keine Bäume oder Sträucher mehr wachsen. Dies ist zum Schutz des Waldes wichtig, denn so wird gewährleistet, dass die Waldfläche immer gleich gross bleibt und sich nicht verkleinert.

B. Wie entsteht Wald?

Wenn eine unbesiedelte Fläche nach und nach von ersten Krautpflanzen, später von Sträuchern und schliesslich von Bäumen besiedelt wird, so spricht man von Sukzession. Dabei gibt zwei Arten von Sukzession:

- Von einer **primären Sukzession** spricht man, wenn das Gebiet davor unbesiedelt war, zum Beispiel wenn sich ein Gletscher zurückzieht und so neuen Boden freigibt.
- Eine **sekundäre Sukzession** tritt ein, wenn auf der Fläche bereits einmal Wald stand, dieser aber durch ein Störereignis wie einen Waldbrand, einen Sturm, einen Kahlschlag oder einen Erdrutsch komplett zerstört wurde.

Beide Arten der Sukzession laufen im Prinzip gleich ab und können in drei verschiedene Stadien eingeteilt werden: Ein Pionierstadium, ein Übergangsstadium und ein Klimaxstadium



Aufeinanderfolgende Sukzessionsstadien. Pionierstadium 0-20 Jahre, Übergangsstadium 20-100 Jahre, Klimaxstadium ab etwa 100 Jahren. Quelle 1

Das Pionierstadium

Zu Beginn der Sukzession ist die Erdoberfläche noch nicht mit einem fruchtbaren Boden belegt und kann nur durch Moose und Flechten besiedelt werden. In einer zweiten Phase wird die Fläche von Gräsern, Kräutern und Farnen besiedelt. Die Artenvielfalt ist relativ gering, sie wird aber bis zum Ende des Übergangsstadiums zunehmen.

Pionierpflanzen haben sehr leichte Samen welche, sich mit dem Wind verbreiten. So können sie grosse Distanzen überwinden und neue Flächen besiedeln, auch wenn sich diese weit weg vom ursprünglichen Bestand befinden. Sie pflanzen sich sehr rasch fort und können sich somit auch auf grossen Flächen sehr schnell ausbreiten. Pionierpflanzen sind wichtig für die Vegetation der weiteren Sukzessionsstadien, da sie mithelfen eine nährstoffreiche Humusschicht zu entwickeln und ein neues Boden-Mikroklima zu schaffen, welches anderen Pflanzen bei der Keimung hilft.



Zwei Jahre nach dem Waldbrand in Leuk (2003) ist die Fläche bereits dicht mit Pioniervegetation besiedelt. Quelle 2a

Das Übergangsstadium



Etwa 10 Jahre nach dem Waldbrand in Leuk haben sich bereits Pappeln, Weiden und Birken auf der ehemaligen Brandfläche installiert. Quelle 2b

Im Übergangsstadium besiedeln die ersten verholzenden Pflanzen die Fläche. Zuerst sind dies Sträucher, wie zum Beispiel Brombeere oder Holunder. Diese verdrängen die Pioniervegetation. Später kommen erste Baumarten wie Pappel, Weide oder Vogelbeere hinzu. Diese Arten werden Pioniergehölze genannt. Sie verbreiten sich mit dem Wind (Pappel, Weide) oder über Vögel (Vogelbeere) und können so weit entfernte Gebiete schnell besiedeln.

Gegen Ende des Übergangsstadiums nimmt die Artenvielfalt nicht mehr weiter zu. Die Pionierbaumarten lassen nur noch wenig Licht zum Boden durchdringen, wodurch nur noch wenige Pflanzen wachsen können.

Das Klimaxstadium

Auf das Übergangsstadium folgt nach etwa 100 Jahren das Klimaxstadium. In diesem Stadium wachsen sehr konkurrenzkräftige Baumarten wie Buche oder Eiche, welche die anderen Baumarten verdrängen. Diese sogenannten Klimaxbaumarten haben schwere Samen, welche nicht mehr vom Wind sondern von Tieren wie Mäusen oder Eichhörnchen verbreitet werden.

Mit etwa 150 Jahren hat die Buche ihre maximale Höhe erreicht. Ihr ganzes Wachstum beschränkt sich nun auf die Ausbreitung ihrer Krone. Dies führt dazu, dass kein Licht mehr zum Boden durchdringt und die Bodenvegetation verschwindet. Der so entstandene Wald nennt sich auch Hallenwald.



Dichter Buchen-, Eichenmischwald. Es gibt praktisch keine Bodenvegetation mehr. Quelle 3

Das Klimaxstadium endet entweder durch ein Störereignis oder durch das natürliche Absterben der Klimaxvegetation. Dies passiert in einem Buchenwald mit etwa 300 Jahren, in einem Eichenwald mit etwa 600 Jahren.

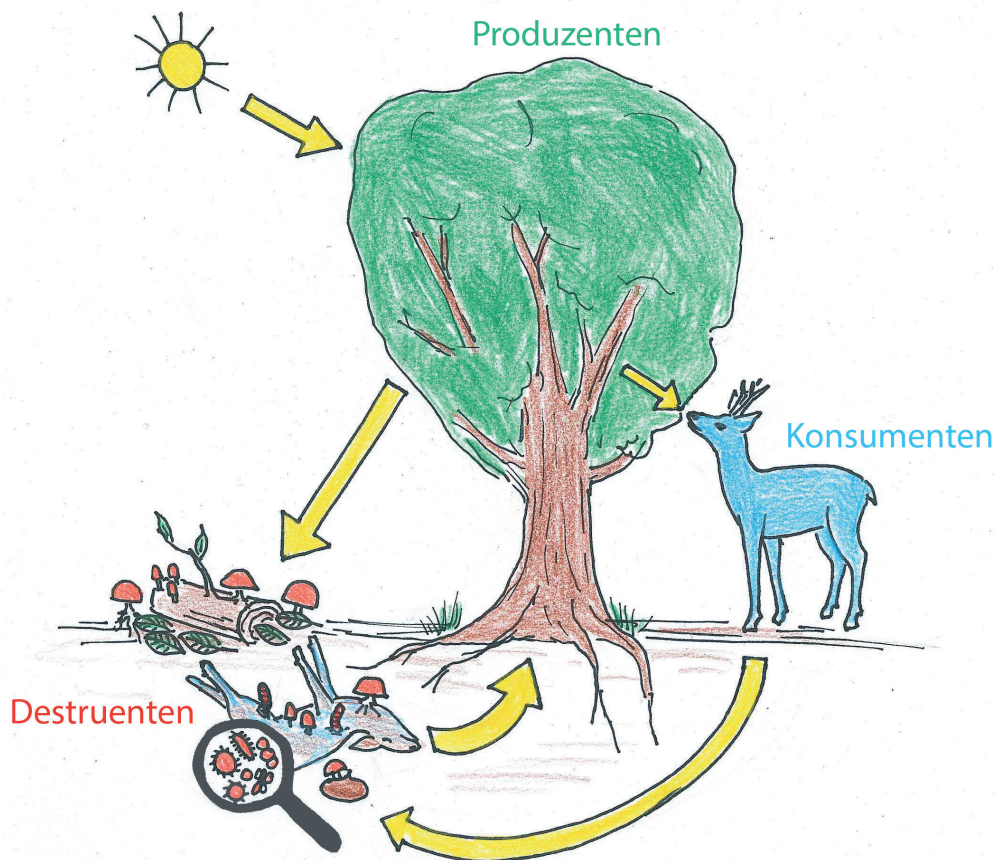
C. Stoffkreislauf im Wald

Pflanzen sind sogenannte **Produzenten**. Das heisst, sie können aus Wasser, CO₂, Nährstoffen und Sonnenlicht Biomasse produzieren. Die Biomasse im Wald nimmt aber nicht unendlich zu, sobald ein Wald das Klimaxstadium erreicht hat, bleibt die Biomasse immer etwa gleich. Der Grund dafür sind **Konsumenten** und **Destruenten**. Konsumenten sind Lebewesen, welche sich von den Produzenten ernähren. Wie beispielsweise das Reh, welches Knospen und Gräser frisst.



Springenschwanz
Quelle 4

Stirbt der Baum aber ganz ab, kommen die Destruenten zum Zuge. Zuerst wird der Baum von Würmern, Käfern und Springschwänzen mechanisch zerkleinert. Würmer, Pilze und Bakterien zersetzen die Reste des ehemaligen Baumes chemisch soweit, dass nur noch einzelne Mineralien übrig bleiben. Diese gehen dann als Nährstoffe wieder in den Boden und werden von einem neuen Produzenten wieder zum Aufbau seiner Biomasse verwendet. Destruenten zersetzen aber nicht nur die Produzenten, sondern auch die Konsumenten nach ihrem Tod und deren Exkremente. Das Reh, welches sich also vom Baum ernährt hat, wird nach seinem Tod wieder soweit zersetzt, dass es einem neuen Baum als Nährstoff dienen kann.



D. Die Funktionen eines Waldes

Gut ein Drittel der Schweiz ist mit Wald bedeckt. Dieser ist nicht einfach nur schön anzusehen, sondern hat vier sehr wichtige Funktionen. Er liefert Rohstoffe, bietet Schutz, ist Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Pilze und er bietet Raum für Erholung. Ein Wald soll möglichst alle diese Funktionen zusammen erfüllen können.

Wald als Rohstofflieferant

Der Wald liefert uns den Rohstoff Holz. Bei guter Qualität können daraus Möbel gefertigt und Häuser gebaut werden. Weniger schönes Holz kann als Energieholz zum Heizen verwendet werden. Weiter kann das Holz auch zu Papier verarbeitet werden. Es ist auch möglich Holz soweit zu verarbeiten, dass wir daraus Stoffe fertigen und Kleider nähen können.

In der Schweiz werden jedes Jahr etwa 7,2 Mio. m³ Holz geerntet. Gleichzeitig wachsen jedes Jahr etwa 9,7 Mio. m³ Holz nach. Ein Teil dieses Holzes stirbt aus natürlichen Gründen, zum Beispiel durch den Borkenkäfer, oder geht durch Stürme oder Waldbrände verloren. Trotzdem nahm die Waldfläche und auch der Holzvorrat in den Schweizer Wäldern in den letzten Jahren stetig zu.



Ein Forstwart bei der Holzernte im Wald. *Quelle 5*

Schutzwald

Wald schützt uns aktiv vor Naturgefahren. Etwa 40% der Waldfläche ist Schutzwald, in den Alpen sind es sogar 50%. Schutzwald bedarf spezieller Pflege, so dass sichergestellt werden kann, dass die Schutzfunktion erhalten bleibt. Aber auch in Schutzwäldern wird Holz geerntet. Es gibt verschiedene Schutzwälder in der Schweiz. Hervorzuheben sind Steinschlagschutzwälder, welche Felsbrocken bei einem Steinschlag aufhalten oder soweit abbremsen, dass diese für Menschen nicht gefährlich werden. In den Bergen gibt es auch viele Lawinenschutzwälder. Die Bäume in einem Lawinenschutzwald stehen so dicht, dass sich keine dicke, gleichmässige Schneeschicht bilden kann und so keine Lawine entsteht. Eine andere Art von Schutzwald schützt und vor Erdrutschen und Hangmuren. Hier hilft das Wurzelwerk der Bäume den Boden festzuhalten. Zudem führen die Wurzeln dazu, dass das Wasser besser in den Boden abfließen und versickern kann.



Die Waldfläche schützt das Dorf Pontresina im Graubünden vor Lawinen. *Quelle 6*

Wald als Lebensraum



Primärwald in Derborance im Kanton Wallis. *Quelle 7*

Etwa 40% der Tiere und Pflanzen, die es in der Schweiz gibt leben im Wald. Diese Artenvielfalt soll erhalten bleiben, deshalb wird versucht dem Wald möglichst viele verschiedene Strukturen zu geben. Auch in einem Wirtschaftswald, wo viel Holz geerntet wird, muss darauf geachtet werden, die Artenvielfalt zu fördern. Beispielsweise können alte, knorrige Bäume mit Asthöhlen bewusst stehen gelassen werden, da diese für viele Vogel- und Insektenarten Futter und Nistplätze bieten. Bäume, die schon tot sind und weiter im Wald stehen, sind wertvolle Futterbäume, insbesondere für Spechte, Pilze und Insekten.

Zusätzlich sind etwa 10% der Waldfläche in der Schweiz Waldreservate, wo möglichst auf Eingriffe verzichtet werden. Dies sind wichtige Lebensräume für viele bedrohte Tier- und Pflanzenarten.

Weiter gibt es in der Schweiz drei Urwälder, in welchen seit langer Zeit komplett auf jegliche Bewirtschaftung verzichtet wird. Die Urwälder befinden sich im Kanton Schwyz, im Graubünden und im Wallis.

Erholungswald

Die Erholungsfunktion ist die vierte wichtige Funktion vom Wald. Wald, auch Privatwald, ist für die Schweizer Bevölkerung frei zugänglich. Dies ist nicht Überall so. In Frankreich können Waldbesitzer ihren Wald einzäunen und das Betreten verbieten, was in der Schweiz verboten ist.

Die Erholungsfunktion beinhaltet die Möglichkeit zum Spazieren, Reiten, Pilze sammeln, Biken oder Jagen. In Wälder nahe von Siedlungsgebieten, wie zum Beispiel der Moncor-Wald in Fribourg, wird speziell auf die Erholungsfunktion geachtet. Hier werden unter anderem Waldlehrpfade oder spezielle Spazierwege und Grillstellen erstellt.



Moncor-Wald in Freiburg. *Quelle 8*

2. Aktivitäten zum Thema

Die folgenden Aktivitäten fördern vor allem die Beobachtungsgabe der Schüler. Um den Lebensraum Wald am besten zu erfassen, ist es von Vorteil mindestens ein Mal pro Jahreszeit einen Ausflug in den Wald zu unternehmen, damit die Schüler die Veränderungen der Flora und Fauna während des Jahreszyklus selber beobachten können.

01. Hallo Baum!



Ziel: Die Schüler machen sich mit dem Lebensraum Wald vertraut.

Beobachtungsblatt: Blatt 1

Material: Beobachtungsblatt, Bleistift, ev. Fotoapparat

Ablauf: Beim ersten Ausflug im Wald sucht sich jeder Schüler einen Baum aus, der ihm gefällt. Die Schüler verbringen eine kurze Zeit alleine mit ihrem Baum und lernen ihn besser kennen. Sie zeichnen ihn auf das Beobachtungsblatt ab. Wenn das Wetter zu schlecht ist, kann die Lehrperson auch ein Foto von jedem ausgewählten Baum machen und die Zeichnungen können später in der Klasse gemacht werden. Auf späteren Ausflügen kann dann jedes Kind seinen Baum wiederfinden und ihn über mehrere Jahreszeiten hinweg beobachten.

02. Die Schätze des Waldes



Ziele:

- Die Klasse erlangt ein Bewusstsein über erstaunliche Objekte im Wald.
- Gefundene Objekte werden dokumentiert.

Beobachtungsblatt: Blatt 2 (Etiketten zum Ausschneiden)

Material: Etiketten, Schere, Schnur, Locher, Bleistift, Bestimmungsbücher



Ablauf: Die Kinder suchen Objekte im Wald, welche sie verwundern oder erstaunen. Sie können sich eines der Objekte aussuchen, welches ihnen besonders gut gefällt. Falls das Wetter es erlaubt, können sie auf ein Etikett das Datum und den Fundort schreiben und es dann vorsichtig am Objekt befestigen. Bei schlechtem Wetter kann dies auch in der Klasse durchgeführt werden.

Eine wichtige Regel zu dieser Aktivität ist, dass nur „tote“ Gegenstände mitgenommen werden dürfen. Keine Pflanzen sollen abgerissen werden. Auch Blumen nicht, sie verwelken sowieso in kurzer Zeit.



Ablauf: Zurück in der Klasse können die Schüler versuchen, ihre Gegenstände mit der Hilfe von Bestimmungsbüchern zu bestimmen. Danach kann in der Klasse eine kleine Ausstellung errichtet werden.



Ablauf: Im Atelierzimmer des Museums gibt es eine Vitrine als Ausstellungsort für die gefundenen Gegenstände der Schüler. Das Museum stellt diese Objekte dann aus, und zeigt auch wer sie gefunden hat. Falls unklar ist, um was es sich beim Objekt handelt, kann einer der Spezialisten des Museums dazu gezogen werden. Achtung, nur gut angeschriebene Objekte werden ausgestellt.

Wenn sie sich für einen Besuch im Museum anmelden, geben sie Bescheid, falls Sie Objekte mitbringen. Ein Mitarbeiter des pädagogischen Teams wird Ihnen dann die Kinderausstellung zeigen und Ihren Schülern bei der Ausstellung ihrer Objekte behilflich sein.



03. Das Herbarium



Ziele:

- Die Schüler erhalten einen Überblick über die Vielfalt der Pflanzen in einem Wald.
- Sie lernen die Herstellung eines Herbariums kennen.

Schritt 1:



Material: ein Stoffsack

Ablauf: Zeigen Sie der Klasse das Herbarblatt, welches Sie im Anhang finden und erklären Sie, was ein Herbarium ist, für was es von Nutzen ist und wie es hergestellt wird. Die verschiedenen Schritte sind Sammeln, Bestimmen, Trocknen, Kleben und Dokumentieren. Danach können die Schüler beginnen, selbst ein Herbarium anzulegen. Im Wald kann sich jeder Schüler eine Pflanze auswählen und Proben davon in einem Stoffsack ins Klassenzimmer bringen. Bei kleinen Pflanzen ist es am besten, die ganze Pflanze mitsamt Wurzeln mitzunehmen.

Schritt 2:

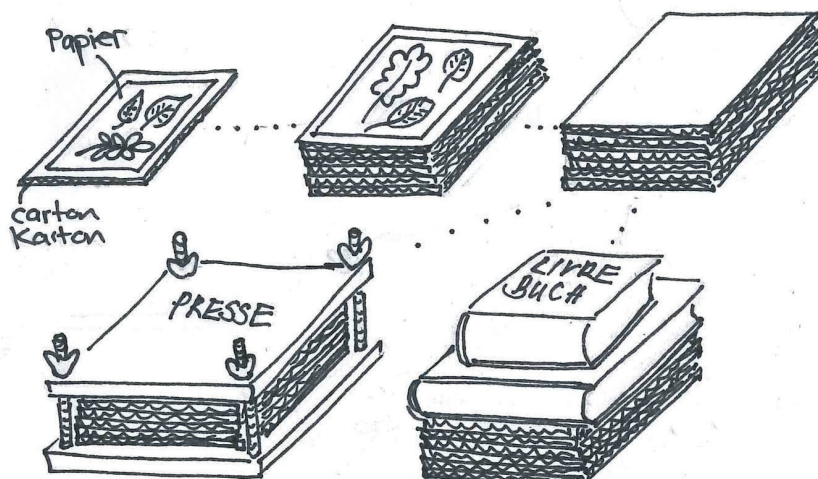


Material: einfaches Bestimmungsbuch für Pflanzen des Waldes oder einen Zugang zu einer Bestimmungsseite auf dem Internet (siehe Bibliographie), Pflanzenpresse oder Zeitungspapier und grosse schwere Bücher

Beobachtungsblatt: Blatt 4

Ablauf: Zügig nach dem Sammeln der Pflanzen und Blätter, machen sich die Kinder an die Bestimmung ihrer Pflanze. Jede Pflanze bekommt ein Etikett mit seinem Namen.

Dann müssen die Pflanzen getrocknet und gepresst werden:



Es wird empfohlen das Papier (kann auch Zeitungspapier sein) zwischen den Pflanzen in den ersten Tagen mehrmals zu wechseln, damit die Pflanzen gut trocknen können. Die Trocknungsdauer hängt stark von den Pflanzen ab, es muss aber mindestens mit einer Woche gerechnet werden. Sind alle Pflanzenteile trocken, können die Schüler ihre Pflanze auf ihr Beobachtungsblatt kleben und das Etikett ausfüllen.

04. Das Schicksal eines toten Blattes



Ziele:

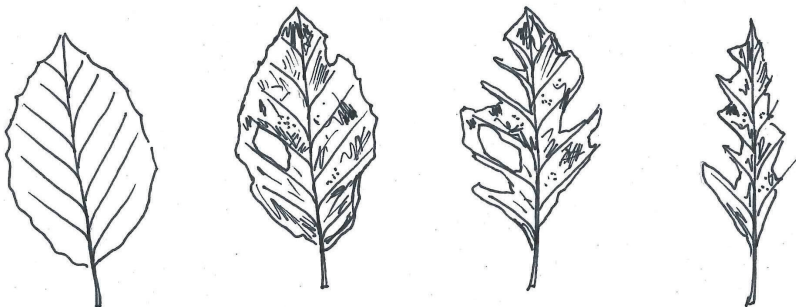
- Der Nährstoffkreislauf wird eingeführt.
- Die Schüler verstehen die Rolle der kleinen Bodenlebewesen.

Beobachtungsblatt: Blatt 3

Material: mehrere kleine Schaufeln, Lupen oder Beobachtungsglas mit Lupe, Beobachtungsblatt, Leim oder doppelseitiges Klebeband



Ablauf: Zeigen Sie den Schülern im Wald ein paar abgefallene Blätter und fragen Sie sie, was aus diesen Blättern im Laufe der Zeit wird. Als Hilfe für Ihre Überlegungen könne sie sich am Wald umschauen und beobachten, wo die es überall Blätter hat (am Baum, am Boden). Nach einer Diskussion über die Beobachtungen der Schüler, können sie in Gruppen nach Blättern in verschiedenen Stadien der Zerfalls suchen und sie in nach aufsteigendem Zerfall in eine Reihe zu legen. Dann können die Blätter auf das Beobachtungsblatt geklebt werden.



Serie von Laubblättern, nach zunehmendem Zerfall geordnet.

Als zweiter Teil der Übung kann den Schülern folgende Fragen gestellt werden: Durch was zerfallen diese Blätter? Oder warum wir die Laubschicht am Boden nicht jedes Jahr dicker? Die Antworten findet man im Boden: durch Wegwischen der Laubschicht oder durch Graben mit einer kleinen Schaufel können diverse kleine Bodenlebewesen ausgemacht werden, welche helfen das Laub zu zersetzen. Sie zerschneiden, zerkauen und zerbrechen die Pflanzenteile, welche dann von den Regenwürmern mit dem mineralhaltigen Substrat gemischt werden.

Die gefundenen Tierchen können von den Schülern mit der Lupe beobachtet und abgezeichnet werden.

Es ist wichtig, den Kindern zu erklären, dass es auch viele Lebewesen (Einzeller, Bakterien, Pilze) gibt, die zu klein sind, um sie mit bloßem Auge zu sehen. Es gibt unzählige für uns „unsichtbare“ Bodenarbeiter, welche die Feinarbeit übernehmen.



Ablauf: Falls dies nicht schon im Wald gemacht wurde, können die Kinder nun die Blätter in der richtigen Reihenfolge auf das Beobachtungsblatt kleben. Es ist auch möglich erst im Klassenzimmer die gefundenen Bodenlebewesen zu beobachten und abzuzeichnen.

05. Vogelgesänge



Ziele:

- Die Schüler entwickeln ein gutes Gehör.
- Sie lernen die Vielfalt der Vogelwelt durch ihre Gesänge kennen.
- Sie lernen ein bis zwei Arten an ihrem Gesang zu erkennen.



Material: Signalinstrument (Tamburin, Pfeife, Glocke ...)

Ablauf: Die Kinder suchen sich im Wald ein bequemes Plätzchen, so dass sie mindestens einen Meter Abstand zum nächsten Kind haben. Auf das akustische Signal der Lehrperson hin, schwiegen die Schüler und konzentrieren sich auf die Geräusche und Gesänge im Wald. Nach ein bis zwei Minuten ertönt wieder das Signal und die Schüler kommen zusammen in einem Kreis. Was haben sie gehört? Wie viele verschiedene Gesänge konnten sie feststellen? Wie haben sie sich gefühlt beim Zuhören? Dieses Experiment kann nun mit verschiedenen zusätzlichen Anweisungen wiederholt werden: mit geschlossenen Augen, mit der Aufgabe zwei verschiedene Gesänge auseinander zu halten oder sich auf einen Gesang zu konzentrieren und ihn danach versuchen zu imitieren...



Material: CD mit Vogelgesängen, ev. Computer mit Internetzugang

Ablauf: Diese Aktivität kann als Vorbereitung für die Exkursion im Wald oder als Vertiefung eingesetzt werden.

Die Lehrperson spielt der Klasse regelmässig drei verschiedene Vogelgesänge vor (zum Beispiel, jeden Morgen in der ersten Stunde). Wir empfehlen es, Vögel mit sehr unterschiedlichen Gesängen zu wählen wie zum Beispiel die Amsel, der Zilpzalp, der Buchfink oder die Mönchsgrasmücke. Die Kinder lernen so diese Gesänge wieder zu erkennen. Im Wald können sie dann versuchen, diese Vögel herauszuhören.

Schüler der oberen Stufen können auf der Homepage der Vogelwarte Sempach selbstständig die Gesänge lernen und sich in einem Spiel testen. <http://www.vogelwarte.ch/de/voegel/spiele/vogelstimmenquiz.html>



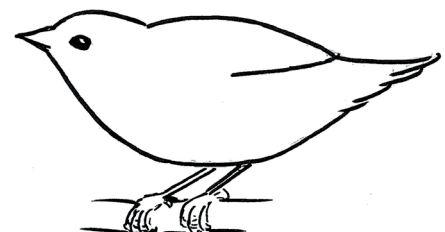
Ziel:

- Die Schüler lernen den Gesang mit dem Vogel in Zusammenhang zu bringen.

Beobachtungsblatt: Blatt 5

Material: Beobachtungsblatt

Ablauf: Die Klasse begibt sich im Museum ins Diorama der Vögel. Dort versuchen sie die vier Vögel auf dem Blatt wieder zu finden. Dann können ihre Gesänge durch Drücken auf den Knopf gehört werden und die Kinder versuchen sich zu erinnern, ob sie diese Gesänge im Wald gehört haben. Sie können auch schauen, ob es im Diorama noch andere Gesänge gibt, die sie kennen und aufschreiben von welchen Vögel sie kommen.



06. Freier Besuch der Sonderausstellung «Bäume erinnern sich» (ab 3P)



Von 30.05.2015 bis 31.01.2016

Diese Ausstellung kann frei besucht werden. Damit das leicht abstrakte Thema für die Schüler leichter zu erfassen ist, empfehlen wir Ihnen, die Übungen im Teil II dieser Unterlagen zu benutzen.

07. Atelier «Bäume erzählen» (3-6P)



Von 30.05.2015 bis 31.01.2016

In diesem Atelier tauchen die Schüler ein in die Wälder der Vergangenheit und der Gegenwart. Dabei lernen sie die geologischen Zeitalter und ihre Fossilien kennen und erfahren wie ein Wald funktioniert. Die verschiedenen Aktivitäten finden in der Sonderausstellung „Bäume erinnern sich“, in der Dauerausstellung und im Atelier-Labor statt.



Dauer: 90 Minuten

Preis: 50.- für Klassen aus dem Kanton Freiburg (mit Unterstützung «Schule und Kultur»)

100.- für Klassen aus anderen Kantonen

Reservation: 026 305 89 28 oder lisa.schild@fr.ch

08. Atelier «Die Tiere des Waldes» (KG, 1- 2P)



Dieses Atelier beantwortet verschiedene Fragen zu den Tieren des Waldes: Wer lebt im Wald? Wo verstecken sich die Tiere? Was fressen Sie? In verschiedenen Aktivitäten können die Kinder beobachten, spielen, berühren und sich sogar in ein Tier verwandeln.

Dauer: 60 Minuten

Preis: 50.- für Klassen aus dem Kanton Freiburg (mit Unterstützung «Schule und Kultur»)

100.- für Klassen aus anderen Kantonen

Reservation: 026 305 89 28 oder lisa.schild@fr.ch



09. Koffer «Tierspuren»



Dieser Koffer enthält Material und Anleitung zu Herstellung von Gipsabdrücken von Tierspuren und Karten, welche helfen, die Spuren zu erkennen. Jedes Kind kann zudem ein kleines Bestimmungsbüchlein für Spuren basteln. Der Koffer ist im Rahmen des Leihdienstes des Museums erhältlich.

Reservation und Information: 026 305 89 28

Anhang

- Beobachtungsblätter
- Herbarblätter

II. Bäume erinnern sich

1. Die Ausstellung in aller Kürze

Bäume sind einzigartige Organismen und ein wesentlicher Teil der belebten Natur. Darüber hinaus prägen sie seit Jahrtausenden die spirituelle und materielle Existenz menschlicher Gesellschaften und haben selbst in der von Technik dominierten Gegenwart ihre Bedeutsamkeit behalten.

Bäume haben eine viele Millionen Jahre zurückreichende Geschichte. Ihre Entwicklung wurde von erdgeschichtlichen Grossereignissen wie Gebirgsbildung und Klimawandel beeinflusst und war dem entsprechend komplex und vielfältig.

Die Ausstellung «Bäume erinnern sich» thematisiert Bäume und Wälder Europas, die das Eiszeitalter lediglich in kleinen Rückzugsgebieten Südwestasiens und des Mittelmeerraumes sowie auf nordatlantischen Inseln wie Madeira oder den Kanaren überlebt haben.

Nach einem stimmungsvollen Auftakt mit Impressionen aus China, Japan und Korea, die zeigen, wie der Wald bei uns vor mehreren Millionen Jahren ausgesehen hat, geht das Publikum auf eine Reise durch den hyrkanischen Wald von Aserbaidschan, den kolchischen Wald der Nordosttürkei und den Lorbeerwald der Kanaren.



2. «Bäume erinnern sich»: ein paar Erklärungen



Ich bin ein Reliktbaum!

Weisst du was das ist? Ganz einfach, ich gehöre zu einer Baumart, die früher häufig vorgekommen ist. Wegen den klimatischen Veränderungen waren wir jedoch gezwungen, uns in kleine geschützte Regionen zurückzuziehen. Auch heute kann man in diesen Refugien noch Bäume von meiner Art finden. Wir haben uns seit damals auch kaum verändert. Wir sind also die letzten Überbleibsel unserer Art!

Gut..., die ganze Geschichte ist doch nicht so einfach wie sie scheint... Das müssen wir uns genauer ansehen. Du hast Glück, ich habe ein hervorragendes Gedächtnis und werde dir die Geschichte der Reliktbäume erzählen. Du wirst verstehen, warum wir ganz spezielle Bäume sind!

A. Die geologischen Zeitalter

Wir gehen weit zurück in der Vergangenheit und sehen uns die wichtigsten Schritte der Entwicklung der Erde an. Dies brauchen wir, um die Entwicklung von Relikt bäumen zu verstehen.

Die Erde hat sich seit seiner Entstehung von 4.6 Milliarden Jahren sehr verändert. Am Anfang war die Erde bedeckt von heisser Lava und ohne Sauerstoff in der Atmosphäre – eine lebensfeindliche Situation. Erst vor 3.5 Milliarden Jahren konnte die ersten Lebewesen entstehen, primitive kleine Kreaturen, die den heutigen Bakterien ähnlich sind. Diese Lebewesen haben sich langsam zu komplexeren Lebensformen entwickelt

Ab diesem Moment wird die Erdgeschichte in vier Zeitalter eingeteilt:

- **Paläozoikum** oder **Erdaltertum** (von -550 bis -250 Millionen Jahre)
- **Mesozoikum** oder **Erdmittelalter** (von -250 bis -66 Millionen Jahre)
- „Tertiär“ oder **Paläogen** und **Neogen** (von -66 bis -2.5 Millionen Jahre). Der Begriff „Tertiär“ ist veraltet und wird innerhalb der offiziellen geologischen Zeitskala nicht mehr gebraucht. In der Praxis wird sie aber oft noch verwendet. Das „Tertiär“ besteht aus dem Paläogen und dem Neogen.
- **Quartär** (von -2.5 Millionen Jahre bis heute)

Paläozoikum

Die Vielfalt an Lebewesen ist vor 550 Millionen Jahren stark gestiegen. In den Ozeanen entwickeln sich eigenartige Kreaturen, wie zum Beispiel die räuberischen Anomalocaris, eine Art Riesenkrevette. Das Zeitalter ist geprägt von bedeutenden Ereignissen: die ersten Landtiere entstehen, wie zum Beispiel die Rie-



Anomalocaris, der grosse Räuber des Paläozoikums. *Quelle 8*

senlibelle Meganeura mit 70 cm grosser Flügelspannweite. Auch die ersten Landwirbeltiere entstanden zu dieser Zeit. Sie glichen heutigen Eidechsen.

Aber vergessen wir das Wichtigste nicht: mich, den Reliktbaum!

Zur gleichen Zeit wie die Landtiere, entstanden auch die ersten Landpflanzen. Zuerst nur kleine Kräuter und Gräser, dann grosse Farne und Schachtelhalme. Dann entwickelten sich die ersten Gehölze, ja das sind wir, die Bäume! Meine ersten Baumvorfahren sind also im Paläozoikum entstanden!



Ein Schachtelhalm, so wie er heute in der Schweiz vorkommt. Im Paläozoikum wurden sie bis zu 30 Meter hoch. *Quelle 10*

Mesozoikum

Das ist das Zeitalter der grossen Dinosaurier, wie der Tyrannosaurus oder der Diplodokus. Es ist auch der Zeitpunkt des Erscheinens der ersten Säugetiere, Vorfahren der Hunde, Katzen, Menschen, usw.

Die Bäume werden immer vielfältiger und nehmen unterschiedliche Formen an. Die ersten Blütenpflanzen entstehen. Die Wälder sind sehr dicht bewachsen und gleichen noch überhaupt nicht unseren heutigen Wäldern.

Paläogen und Neogen («Tertiär»)

Das Aussterben der Dinosaurier hat Platz gemacht für die Säugetiere, wie immer vielfältiger werden und die Rolle der grössten Tiere der Welt einnehmen. Die Kontinente bewegen sich an ihre heutige Position und Bergketten wie zum Beispiel die Alpen werden gefaltet. Die Erde gleicht langsam der Erde, die wir heute kennen.

Das Klima war jedoch ganz anders als heute. Es war heiss und feucht, auf der ganzen Erde glich das Klima demjenigen der heutigen Tropen. Hast du schon einmal einen tropischen Wald gesehen? Er ist sehr dicht bewachsen, beinahe undurchdringbar, mit vielen verschiedenen Pflanzen- und Tierarten. Solche Wälder gab zu dieser Zeit auch in Europa, sogar in der Schweiz!

In diesen Wäldern gab es viel mehr verschiedene Baumarten als in unseren heutigen Wäldern. Dies weiss man, da man Versteinerungen von Blättern gefunden hat, welche man diesem Zeitalter zuordnen kann. Viele dieser Arten gibt es heute bei uns nicht mehr oder sie sind sogar ganz ausgestorben.



Hyrcanischer Wald in Aserbaidschan. So hat wahrscheinlich ein Wald im «Tertiär» ausgesehen.



Versteinerung einer Hainbuchenart, die im «Tertiär» in Frankreich vorkam, heute aber verschwunden ist. *Quelle 11*

Auch ich, der Reliktbaum, habe Vorfahren aus dieser Zeit. Wir waren weit verbreitet, es gab sehr viele von uns. Wir werden später sehen, was passiert ist, wie wir zu Reliktbäumen wurden und wo man uns heute immer noch finden kann.

Quartär

Dies ist das Zeitalter in dem wir leben, das Zeitalter der Entwicklung des Menschen. Es wurde geprägt von mehreren Eiszeiten mit riesigen Gletschern, welche ganze Kontinente bedeckten. In Europa und der Schweiz war es kalt, sehr kalt. Auch die Schweiz war mehrere Male komplett mit Gletschereis bedeckt.

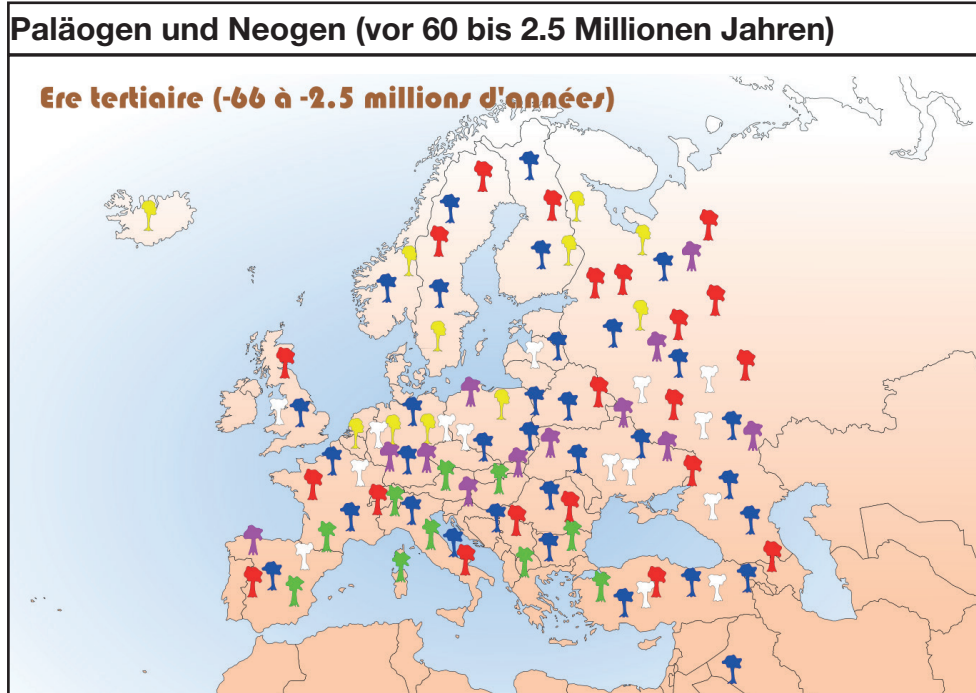


Maximale Ausbreitung der Gletscher in der Schweiz vor 24'000 Jahren.
Quelle 12

B. Der Rückzug der Bäume

Wie vorher beschrieben, war vor den Eiszeiten ganz Europa mit dichten, artenreichen Wäldern bedeckt, welche im feuchten und warmen Klima hervorragend gediehen.

Die unten stehende Karte zeigt Europa vor den Eiszeiten. In Wirklichkeiten ist die Karte etwas falsch, da zu dieser Zeit die Kontinente noch nicht genau in der gleichen Position war und der Meeresspiegel nicht auf der gleichen Höhe wie heute. Aber das ist nicht wichtig, konzentrieren wir uns auf die Bäume. Auf der Karte sind 6 verschiedene Baumarten eingezeichnet. Es waren natürlich viel mehr als sechs Arten, aber wir werden nun schauen, was mit diesen sechs Arten passiert.



Karte 1: Verbreitung von 6 fiktiven Baumarten. Achtung: Der Kontinent und die Meere sahen im «Tertiär» nicht genau so aus wie heute und wie auf der Karte dargestellt.

Kurz bevor dem Zeitalter Quartär ist das Mittelmeer mehrere Male ausgetrocknet, was das ganze Klima beeinflusst hat. Dann kam die erste Eiszeit und das Klima kühlt sich stark ab - eine dramatische Situation für die Bäume dieser Zeit. Die Baumarten konnten sich entweder an die Kälte anpassen, oder versuchen zu „flüchten“, indem sie hofften, dass ihre Samen in Regionen mit geeignetem Klima, sogenannte Refugien gelangen konnten.

Diese „Flucht“ war aber alles andere als leicht. Viele Arten hatten kein Glück, ihre Samen fanden keine geeigneten Regionen und sie starben aus. Der Weg von Europa in den Süden ist nicht einfach, da Berge und das Mittelmeer diverse Hindernisse bilden. In unserem Beispiel haben die gelben und weissen Bäume die Eiszeit nicht überlebt und sind verschwunden. Diese Art ist ausgestorben und für immer verloren. Man findet von ihnen heute nur noch versteinerte Überreste als Beweis, dass es sie wirklich gegeben hat.

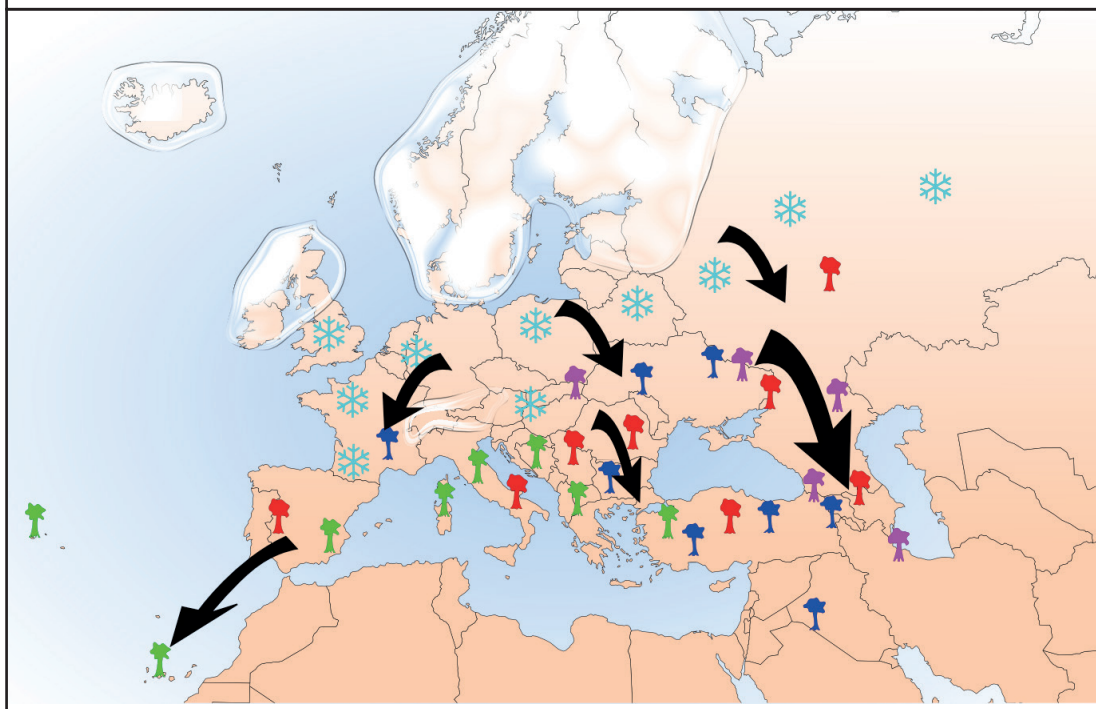
Andere Arten konnten sich an die schlechten Bedingungen anpassen, zum Beispiel in dem sie eine Art Frostschutzmittel für ihre Nadeln entwickelten und wurden so zu neuen Arten.

Refugien sind kleine Gebiete mit einem milderem Klima, in welchen eine Baumart die harte Zeit überleben kann.

Wie kann ein Baum flüchten ohne sich fortzubewegen?

Die Bäume, die sich in der lebensfeindlichen Situation befanden, sind natürlich nicht selber geflüchtet, sondern ihre Nachkommen, die Samen. Und auch da gab es keine gezielte Flucht, sondern ein ungezieltes Ausbreiten der Samen in alle Richtungen. Samen, welche in ein besseres Klima gelangten, konnten wachsen und ihrerseits auch Samen aussenden. Samen, welche in einem ungeeigneten Klima landen, wachsen nicht, oder sterben früh ab. Diese „Flucht“ ist also über mehrere Generationen von Bäumen erfolgt. Dazu kommt, dass die Eiszeit nicht von einem Tag auf den anderen da war, sondern sich das Klima langsam in mehreren tausend Jahren abkühlte.

Eiszeiten (vor 2.5 Millionen Jahren bis 10'000 Jahren)



Karte 2: Die Eiszeit breitet sich von Norden her aus. Nur die Baumarten, welche in geschützten Refugien gelangen konnten, haben überlebt. Die gelben und weissen Bäume sind ausgestorben.

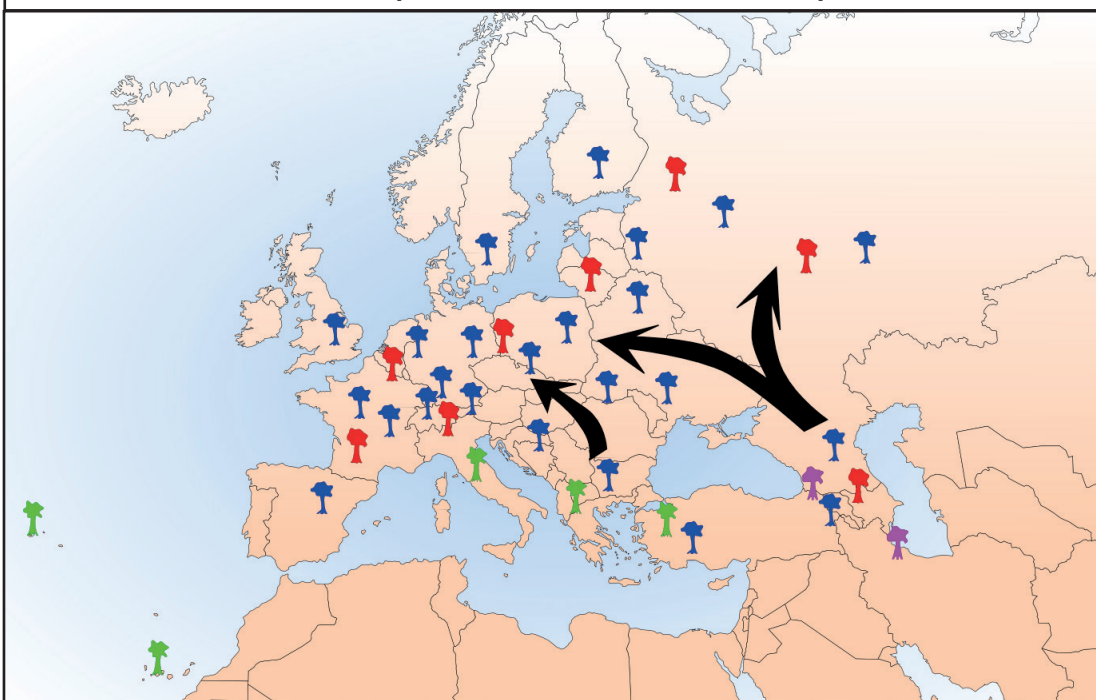
Eiszeiten (vor 2.5 Millionen Jahren bis 10'000 Jahren)



Karte 3: Während den Eiszeiten können einige Baumarten in den Refugien überleben.

Nach den Eiszeiten hat sich das Klima in Europa wieder erwärmt und die Gletscher zogen sich zurück. Es wurde zwar nicht mehr so heiss, wie vor den Eiszeiten, doch die Wärme reichte aus, dass sich einige Baumarten von den Refugien im Süden aus wieder in ganz Europa ausbreiten konnten.

Nacheiszeitliche Periode (vor 10'000 Jahren bis heute)



Karte 4: Nach der Eiszeit können sich einige Arten, welche in den Refugien überlebt haben, wieder auf dem ganzen Kontinent ausbreiten. Einige Arten können jedoch ihre Refugien nicht verlassen und sind noch heute dort zu finden. Hier spricht man nun von Reliktbäumen!

So haben wir nun, trotz den dramatischen Situationen während den Eiszeiten wieder Bäume in Europa. Doch diese Wälder sind nicht mehr dieselben wie vor den Eiszeiten. Es gibt viel weniger verschiedene Arten. In unserem Beispiel findet man nur noch die roten und blauen Baumarten in ganz Europa, vor der Eiszeit hatten wir sechs verschiedene Arten!

Was ist nun mit den grünen und violetten Baumarten, die man noch vereinzelt auf der Karte beobachten kann? Das sind nun eben die Reliktbäume. Sie sind Überlebende der Eiszeit, die es jedoch nicht geschafft haben, wieder zurück auf den ganzen Kontinent zu gelangen. Sie haben sich nicht an neue Situationen angepasst, haben sich nicht verändert, sondern leben nur dort, wo die Bedingungen optimal für sie sind. Es sind Zeugen der Vergangenheit!

Du weisst nun, was Reliktbäume sind, woher sie kommen und warum sie speziell und selten sind. Mittels verschiedenen Übungen und Aktivitäten, kannst du nun mehr über das Thema erfahren, zum Beispiel wo sich die grössten Refugien befinden und wie einige dieser Reliktbäume aussehen. Wenn du dir diese Reliktbäume genauer ansehen willst, komm ins Naturhistorischen Museum in die Sonderausstellung „Bäume erinnern sich“ vom 30. Mai 2015 bis 31. Januar 2016. Die Aufgaben in diesen Unterlagen helfen dir die Ausstellung besser zu verstehen.

Du kannst auch mit deiner Klasse ein geführtes Atelier «Bäume erzählen» reservieren. Dort kannst du die Wälder der Vergangenheit und der Gegenwart entdecken und viele tolle Spiele und Experimente durchführen.

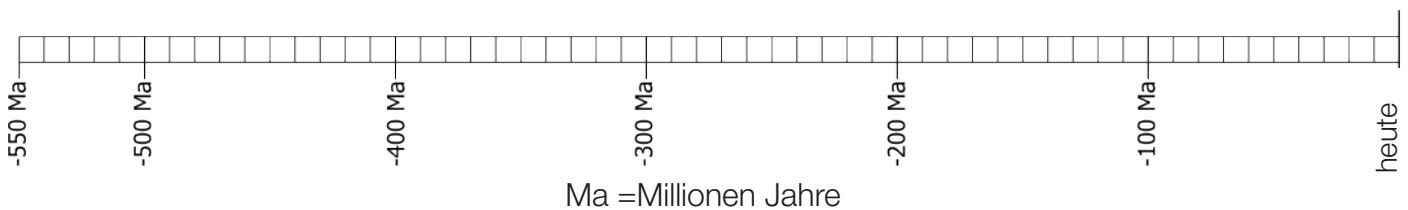
3. Übungen «Bäume erinnern sich»

A. Aufgaben zum theoretischen Teil dieser Unterlagen

Übung 1: Die geologischen Zeiten

Die untenstehende Zeitleiste geht von 550 Millionen Jahren bis heute. Jedes Kästchen steht für 10 Millionen Jahre. Erfülle folgende Aufgaben mit Hilfe des Textes über die geologischen Zeiten (2.A).

- Male das Paläozoikum (Erdaltertum) gelb an.
- Male das Mesozoikum (Erdmittelalter) rot an.
- Male das Paläogen und Neogen («Tertiär») blau an.
- Male das Quartär schwarz an.
- Zeichne mit einem grünen Pfeil das Erscheinen der ersten Landpflanzen ein (vor 420 Millionen Jahren)
- Zeichne mit einem braunen Pfeil das Erscheinen der ersten Bäume (vor 380 Millionen Jahren)
- Zeichne mit einem orangen Pfeil das Erscheinen der ersten Blütenpflanze ein (vor 140 Millionen Jahren)



Übung 2: Die Eiszeiten

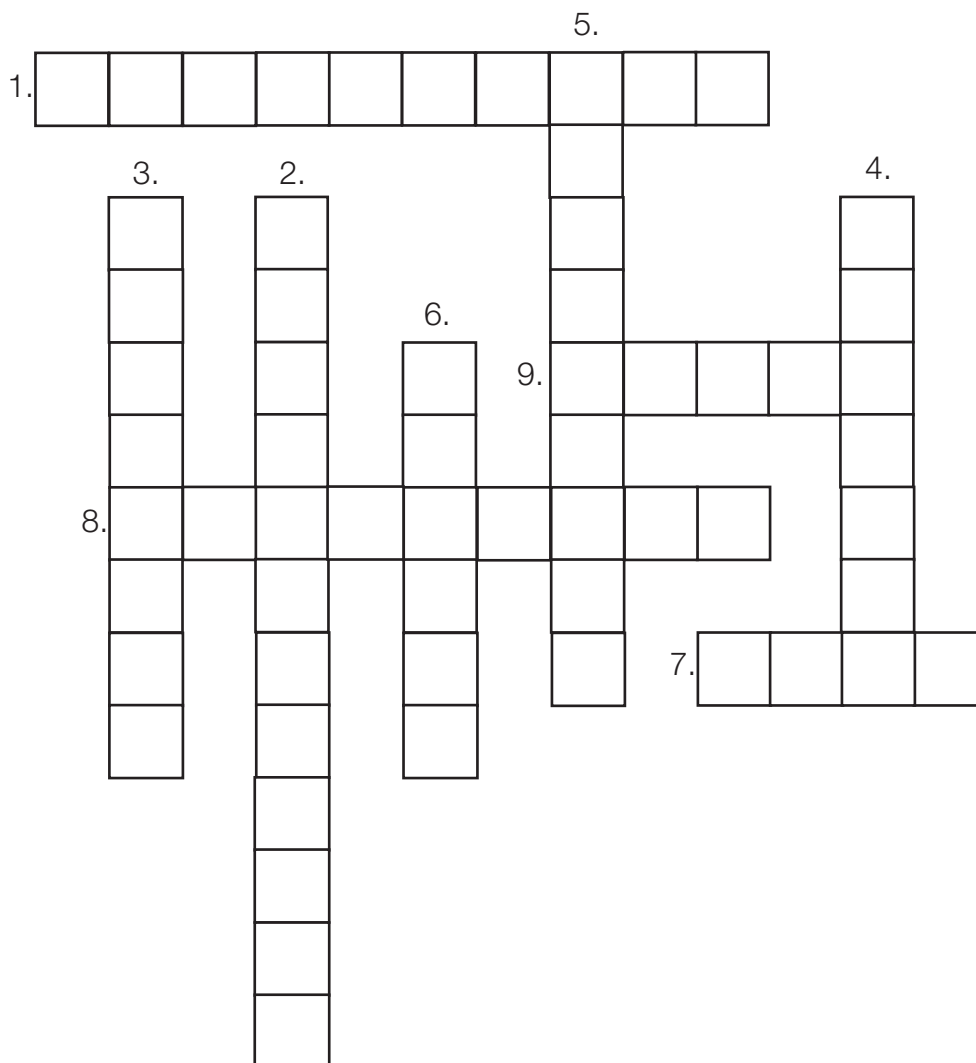
Während dem Quartär haben mehrere Male riesige Gletscher grosse Teile von Europa bedeckt. Male mit Hilfe der untenstehenden Angaben die mit Eis bedeckte Fläche in der Karte von Europa blau an. Die zweite Karte hilft dir zu wissen, welches Land sich wo befindet.

Die Gletscher haben folgende Gebiete bedeckt:

- ganz Island
- die nördliche Hälfte von Irland
- dreiviertel des Nordens von England
- ganz Norwegen, Schweden und Finnland
- den Osten von Dänemark
- ganz Estland und Lettland
- den Nordosten von Deutschland
- den Norden von Polen, Litauen und Russland
- die Alpen (= Süden der Schweiz, Norden von Italien, Westen von Österreich, südlichster Teil von Deutschland und Osten von Frankreich)
- die Pyrenäen, eine Bergkette an der Grenze zwischen Spanien und Frankreich



Übung 3: Kreuzworträtsel mit wichtigen Worten zum Thema



1. Ein Baum, welcher früher sehr stark verbreitet war, heute aber nur noch vereinzelt in Refugien vorkommt ist ein ...
2. Wenn eine Art vollkommen von der Erde verschwunden ist, gilt sie als ...
3. Ort, wo sich Bäume und Pflanzen während schlechten klimatischen Bedingungen zurückziehen und so überleben können.
4. Zeitalter der Eiszeiten
5. Während der Eiszeiten hat sich das Klima stark
6. Fundstücke im Gestein, die uns beweisen, welche Arten früher bei uns gelebt haben.
7. Im Paläogen und Neogen war das Klima in Europa feucht und ...
8. Sie bedeckten grosse Teile Europas während den Eiszeiten.
9. Gesamtheit aller meteorologischen Vorgänge, hat sich während den Eiszeiten dramatisch verändert.

B. Aufgaben zum Lösen in der Ausstellung

Übung 1: Die Refugien

Suche in der Ausstellung, wo sich die Hauptrefugien der europäischen Bäume während den Eiszeiten befanden. Zeichne sie rot in deiner Karte mit der Verbreitung der Gletscher ein und schreibe die Orte an.

Übung 2: Reliktbäume erkennen

Hier siehst du ein Blätter von verschiedenen Reliktbäumen, welche man heute nur noch in kleinen Refugien in Europa findet. Suche diese Baumarten in der Ausstellung und finde die Namen der Art heraus.


☐

Lotuspflaume

☐

Kolchischer Ahorn

☐

Seidenbaum

☐

Kaukasische Zelkove

(Fotos, Quelle 14)

Finde heraus in welchem Land man diese Bäume heute finden kann.

Übung 3: Erstaunliche Relikt bäume

Verbinde mit Hilfe der Texte in der Ausstellung folgende Eigenschaften mit der richtigen Baumart:

Albizia (Hyrcanischer Wald)	●	●	Seine Blätter schliessen sich während der Nacht.
Samt-Ahorn (Hyrcanischer Wald)	●	●	Seine Früchte sind weich und süss .
Lotuspflaume (Kolchischer Wald)	●	●	Seine Blumen werden vom Wind und nicht von Insekten befruchtet
Kaukasische Flügelnuss (Kolchischer Wald)	●	●	Er kann bis zu 60 m hoch werden.

C. Aktivität zur Wiederholung des Stoffes nach dem Museumsbesuch

Die folgende Aktivität kann in Gruppen oder mit der ganzen Klasse durchgeführt werden. Jeder Schüler zeichnet einen Baum auf ein kleines Stück Papier. Danach kann die ganze Geschichte der Eiszeit mit diesen Bäumen durchgespielt werden. Dabei werden einige Bäume während der Eiszeit ausgelöscht, andere können sich adaptieren, wiederum andere überleben in geschützten Refugien und können sich nach der Eiszeit wieder ausbreiten oder sie bleiben in den Refugien bis heute (=Reliktbaum). Dazu wird am besten eine grosse Karte von Europa benutzt.

III. Bibliographie und Quellen

I.1: Der Wald unter der Lupe

WSL Merkblatt Leben mit Waldbrand, www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/10052.pdf

Brändli, U.-B, (Red.) 2010: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004-2006. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Bern, Bundesamt für Umwelt, BAFU, 312S.

Jean-Benoît Durand, Georges Feterman, Robin Gindre, 2002: La forêt à petits pas, Actes Sud Junior

II.1: Bäume erinnern sich

Ausstellungstexte «Bäume erinnern sich», Emanuel Gerber, NHMF 2015

Bestimmungseiten

Online-Pflanzenbestimmung nach einfachen Kriterien:

<http://www.pflanzenbestimmung.de/site/bestimmung.html#top>

Vogelwarte Sempach:

<http://www.vogelwarte.ch/de/voegel/voegel-der-schweiz/>

Bildquellen:

*1: <http://probio.wikispaces.com/file/view/sukzession.gif/350467496/sukzession.gif>

*2a: <http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/10052.pdf>

*2: http://www.wsl.ch/medien/news/waldbrand_leuk_2013/abb9_gr.jpg

*3: https://www.ufz.de/export/data/1/27813_buchenwald.jpg

*4: http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm/File_name/corn005p/File_type/jpg

*5: http://www.lauber-forst.ch/cms/?page_id=47

*6: <http://www.futura-sciences.com/magazines/nature/infos/dico/d/zoologie-furca-11586/>

*7: http://www.fe.ethz.ch/about/index_FR

*8: <http://www.auboisdemoncoeur.ch/run?iset=1055&refpage=57339>

*9: Le Figaro.fr (<http://www.lefigaro.fr/sciences/2011/12/07/01008-20111207ARTFIG00808-la-vue-percante-de-l-ancienne-terreur-des-mers.php>)

*10: Wikipedia (http://es.wikipedia.org/wiki/Meganeura#/media/File:Meganeura_fossil.JPG)

*11: Flora Helvetica

*12: <http://www.franckpoupel.fr/tag/fossiles/>

*13: Guichet cartographique de la confédération, dernier maximum glaciaire