

FLORA AQUATICA



Pädagogische Unterlagen
Wasser, Pflanzen und Wasserlebensräume

Naturhistorisches Museum Freiburg
2013



Diese Unterlagen wurden vom Naturhistorischen Museum Freiburg im Rahmen der Ausstellung „Flora aquatica“ erstellt. Zur Erweiterung der Unterrichtsmöglichkeiten behandeln sie zusätzlich zum Thema Wasserpflanzen auch das Thema Wasser, dessen besondere Eigenschaften und wie die Pflanzen davon Gebrauch machen. Ein Schwerpunkt wurde auf Wasserlebensräume gelegt.

In einem theoretischen Teil über Wasser, Wasserlebensräume und Pflanzen kann die Lehrperson sich auf den Museumsbesuch vorbereiten und mit Hilfe der Illustrationen den Kindern gewisse Prinzipien bereits erklären.

Auf separaten Blättern sind Vorschläge für Experimente, Übungen und Spiele in der Klasse (vor oder nach dem Museumsbesuch) zu finden. Die Aktivitäten sind für 1. bis 6. Primarklassen konzipiert und setzen Leseverständnis voraus. Wir empfehlen, die Aktivitäten dem Niveau der Klasse anzupassen.

Realisierung des Dossiers:

Texte und Aktivitäten: Catherine Pfister Aspert

Text der Ausstellung „Flora aquatica“: Gregor Kozlowski

Zeichnungen: Lisa Schild

Fotografien: Emanuel Gerber, Evelyne Kozlowski, Hans-Rüdiger Siegel

Deutsche Übersetzung: Christof Rothenberger

Inhaltsverzeichnis

I.	Praktische Informationen	4
II.	Einige Worte zur Ausstellung	5
III.	Pädagogische Unterlagen	6
1.	Was ist Wasser?	6
2.	Pflanzen und Wasser	8
	a. Interner Wassertransport bei Pflanzen	8
	b. Besonderheiten der Wasserpflanzen	10
3.	Wie das Wasser auf der Erde verteilt ist	12
	a. Unser blauer Planet	12
	b. Das Wasser in der Biosphäre	12
4.	Wasserlebensräume	13
	a. Seen	13
	b. Teiche und Tümpel	13
	c. Flachmoore	14
	d. Hochmoore (Torfmoore)	14
	Glossaire	16
	Bibliografie	16
IV.	Geschichte einer Ausstellung : Flora aquatica	17
Anhänge:		
- Experimente		
- Fragebogen		

I. Praktische Informationen

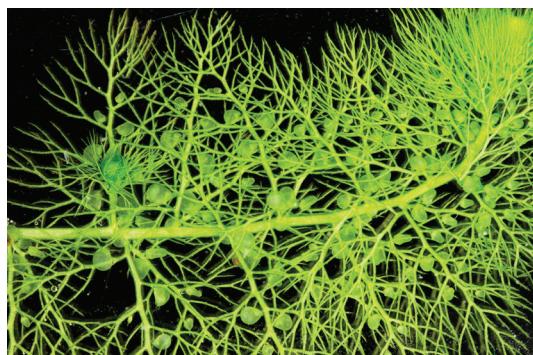
Dauer der Ausstellung	25.05.2013 bis 26.01.2014
Öffnungszeiten	Täglich von 14.00 bis 18.00 Uhr Für Klassen und Gruppen ab 10 Personen: Dienstag bis Freitag Morgen von 8.00 bis 12.00 Uhr
Jährliche Schliessung	25. Dezember und 1. Januar
Eintritt frei	
Adresse	Naturhistorisches Museum Freiburg Chemin du Musée 6 1700 Freiburg (Schweiz) 026/305'89'00 museehn@fr.ch http://www.fr.ch/mhn
Wie man uns findet	Mit dem Auto: Die A12 bei der Ausfahrt „Fribourg Sud“ in Richtung Sud/Payerne verlassen. Nach ca. 300 Metern auf der linken Spur in den Doppelkreisel und über den zweiten Kreisel gerade hinweg in Richtung Bulle/Marly fahren. Dann über mehrere Kreisel weiter der Richtung Marly/Fribourg folgen. Bei der ersten grossen Kreuzung (Lichtsignale) rechts in Richtung Bulle/Marly abbiegen. Beim Kreisel am Ende dieser Strasse rechts zum „Musée d'histoire naturelle“ abfahren. Zu Fuss: Vom Bahnhof her dem Boulevard de Pérrolles bis zum Ende folgen. Beim Kreisel dem braunen Schild „Musée d'histoire naturelle“ folgen. Ganzer Weg ca. 20 Minuten. Mit dem Bus: Von der Stadt her mit Bus Nr. 1 „Marly“ oder 3 „Pérrolles“ bis Haltestelle „Charmettes“ fahren. Beim Kreisel dem braunen Schild „Musée d'histoire naturelle“ folgen.
	Um ein Billet zu lösen, beim Automaten den Code 10 (Stadtzone) eintippen. Preis Fr. 2.70. Für reduzierten Tarif zusätzlich entsprechende Taste drücken. Reduzierter Preis Fr. 2.00. Die Automaten geben kein Rückgeld.

II. Einige Worte zur Ausstellung

470 Millionen Jahre lang haben sich die Pflanzen an das Leben auf fester Erde angepasst und Strukturen entwickelt, welche für das Leben im Wasser nicht geeignet sind. Für den Schritt zurück ins Wasser waren neue, teils komplexe Wachstumsformen nötig. Darum vermag heute nur ein winziger Teil aller Pflanzen in überfluteten Lebensräumen zu gedeihen.

Diese Ausstellung ist die Krönung mehrjähriger wissenschaftlicher Forschung und Feldarbeit des Naturhistorischen Museums. Botaniker und talentierte Fotografen zeigen Unterwasser-Welten und Sumpfvegetationen in einzigartigen, faszinierenden Perspektiven. Viele der Arten wurden nie zuvor in ihrem natürlichen Lebensraum fotografiert. Neben seltenen und bedrohten Pflanzen sowie den wertvollsten Feuchtgebieten des Kantons Freiburg werden in der Ausstellung auch bei uns wenig bekannte Wasserlebensräume in aller Welt und deren Bewohner vorgestellt.

Die riesigen Fotografien, Aquarien, Lichtspiele, Filme und projizierten Bilder verleihen der Ausstellung einen ausgesprochen künstlerischen Aspekt.

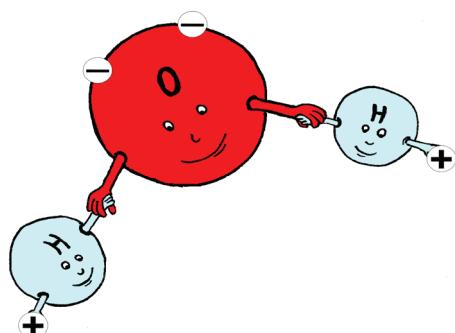
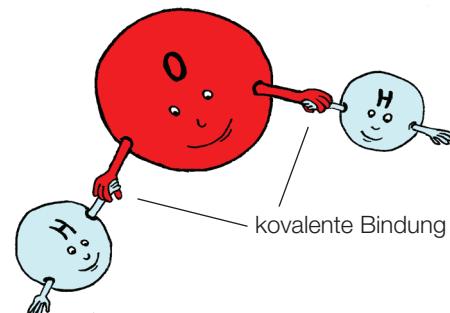


III. Pädagogische Unterlagen

Begriffe in Fettschrift werden im Glossar auf Seite 17 erklärt.

1. Was ist Wasser?

Ein einziger Wassertropfen besteht aus Milliarden von Wassermolekülen. In der Wissenschaft wird ein Wassermolekül mit der Summenformel H_2O gekennzeichnet; das bedeutet, dass es aus zwei Wasserstoff-Atomen (H_2) und einem Sauerstoff-Atom (O) besteht. Die Atome werden durch kovalente Bindungen zusammengehalten – das sind die stärksten Verbindungen zwischen Atomen, die es gibt. Wenden wir uns jetzt einigen Eigenschaften zu, die Wasser zu einer ganz besonderen und für alle Lebewesen auf der Erde lebensnotwendigen Substanz machen.



Das Wassermolekül ist ein polares Molekül

Der Atomkern von Sauerstoff ist leicht negativ, die Wasserstoff-Atome dagegen leicht positiv geladen. Ein solches Molekül, wo die Ladungen ungleich verteilt sind, nennt man ein polares Molekül. Weil entgegengesetzte Ladungen sich anziehen, verbinden sich auch die Wassermoleküle untereinander, und zwar durch Wasserstoffbrücken. Diese sind schwächer als kovalente Bindungen und können sich schnell lösen und wieder neu bilden: Darum kann Wasser flüssig sein.

Wasser hat eine erhöhte Oberflächenspannung

Die Oberfläche des Wassers hat Eigenschaften, die es ihm erlauben, an Flächen zu kleben oder beim Kontakt mit bestimmten Materialien und Teilchen Tropfen zu bilden. Weil die Wassermoleküle untereinander mit den Wasserstoffbrücken verbunden sind, können sie sich sogar entlang der Innenwand eines ganz feinen Röhrchens nach oben bewegen – ein Molekül zieht das andere nach oben.

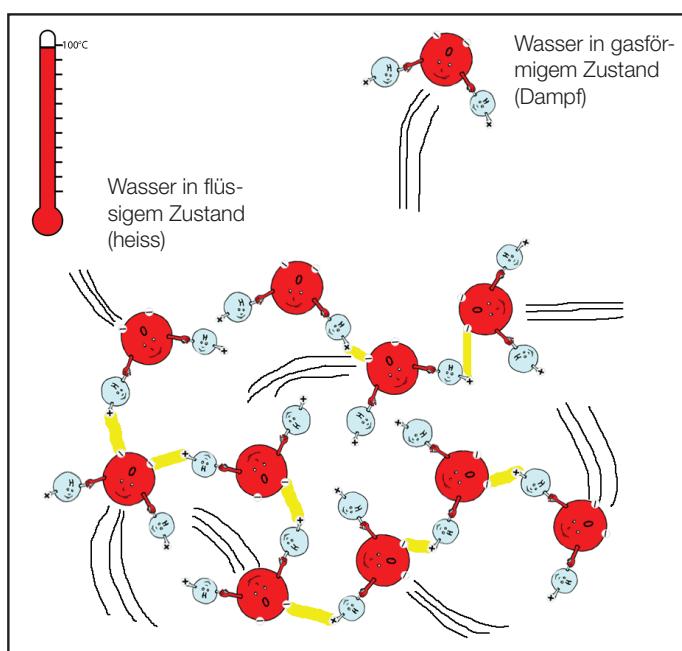
-> Experiment Nr. 1: Wasser hat eine Haut

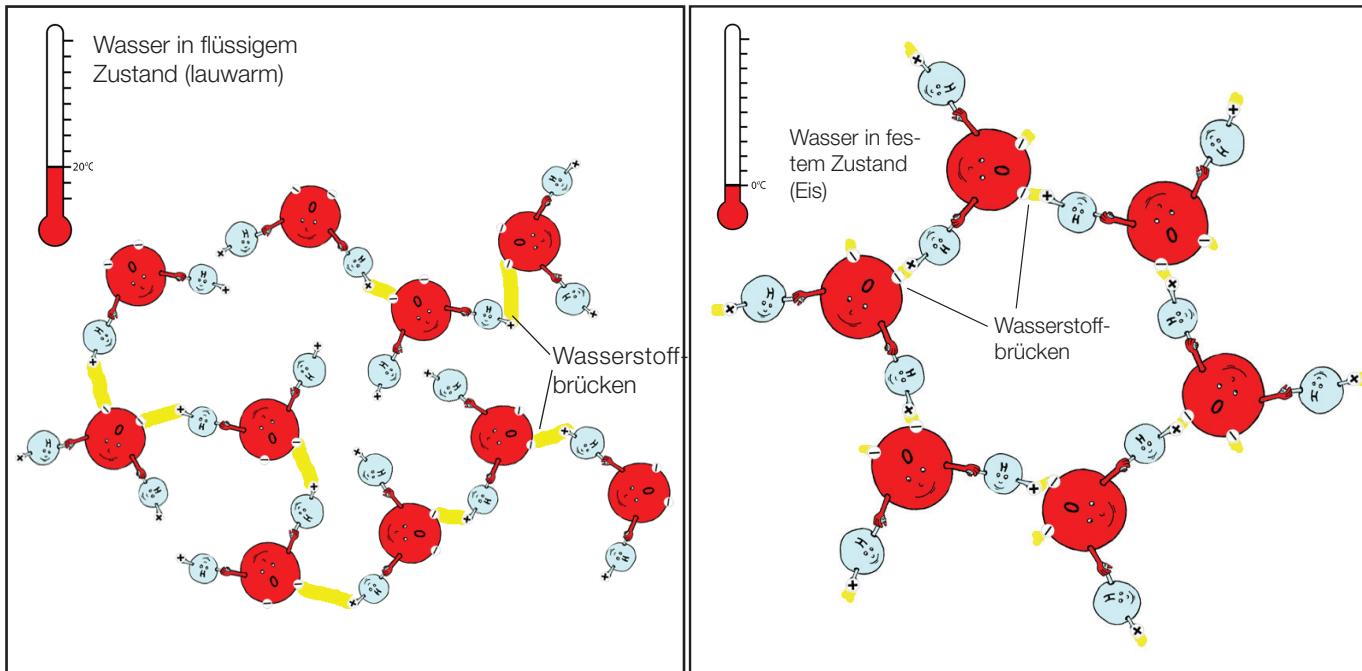
Je nach Druck und Temperatur wechselt Wasser seinen Aggregatzustand

Zwischen 0° und 100°C ist Wasser bei normalem Druck flüssig.

Bei 100°C kocht Wasser: Je heißer es wird, umso stärker bewegen sich die Moleküle – bis sich die Wasserstoffbrücken zwischen ihnen lösen. So geht Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über und wird zu Dampf. Das passiert übrigens auch bei Zimmertemperatur in ganz kleinen Mengen: Man spricht dann von Verdunsten. Dieses Phänomen spielt eine ganz zentrale Rolle bei der Transpiration, einem für die Ernährung der Pflanzen sehr wichtigen natürlichen Vorgang.

Bei 0°C gefriert Wasser und wird fest. Eis hat eine ganz besondere molekulare Struktur: Je-



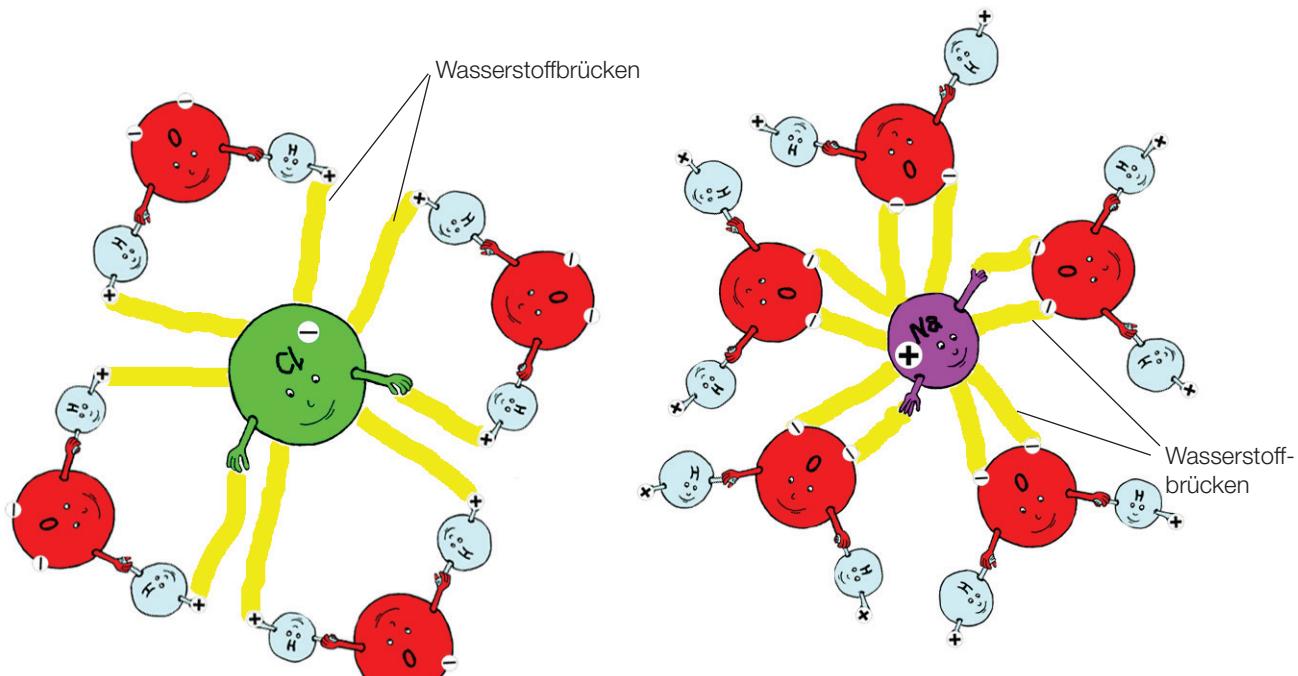
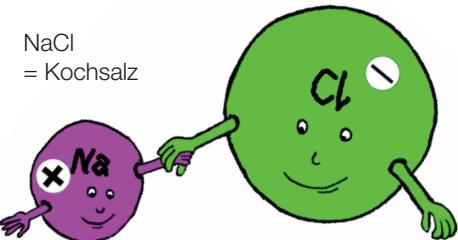


des Molekül ist mit Wasserstoffbrücken an 3 andere Moleküle gebunden. So bilden sich hexagonale Ringe und das Volumen des Wassers wird grösser (es dehnt sich aus), obwohl es gleich schwer bleibt wie im flüssigen Zustand. Somit hat Wasser im gefrorenen Zustand eine geringere Dichte und schwimmt auf dem Wasser. Wenn das Eis schmilzt, löst sich diese strikte Anordnung der Moleküle auf und die Dichte steigt. Wasser hat bei 4°C die grösste Dichte.

> Experiment Nr. 2: Das Volumen von Wasser

Wasser ist ein sehr gutes Lösungsmittel

In Wasser lassen sich viele Substanzen lösen. Die Erklärung dafür liegt darin, dass die Wassermoleküle polare Moleküle sind. Sie werden von Ionen oder anderen Molekülen mit entgegengesetzter Ladung in ihrer Nähe angezogen und es bilden sich Wasserstoffbrücken. Die Wassermoleküle umkreisen die Moleküle/Ionen der anderen Substanz und trennen sie voneinander. Die Substanz wird auf diese Weise in kleinsten Teilchen im Wasser verteilt: gelöst, wie man sagt.



Das Wasser kann dank dieser Eigenschaft viele wichtige Substanzen innerhalb eines Lebewesens transportieren. Bei Pflanzen sind dies zum Beispiel Mineralstoffe und Zucker.

-> Experiment Nr. 3: Farbiger Sellerie

2. Pflanzen und Wasser

Pflanzen bestehen zum grossen Teil aus Wasser. Es ist das Wasser, das die Pflanze mit Substanzen versorgt, welche sie zum Wachsen braucht. Und alle chemischen Reaktionen, welche die Pflanze am Leben erhalten, finden in Wasser statt. Es wird klar: Wasser ist für das Überleben von Pflanzen enorm wichtig. Aber zu viel Wasser kann wiederum zum Problem werden, das schauen wir uns in Kapitel 2.b an.

a. Interner Wassertransport bei Pflanzen

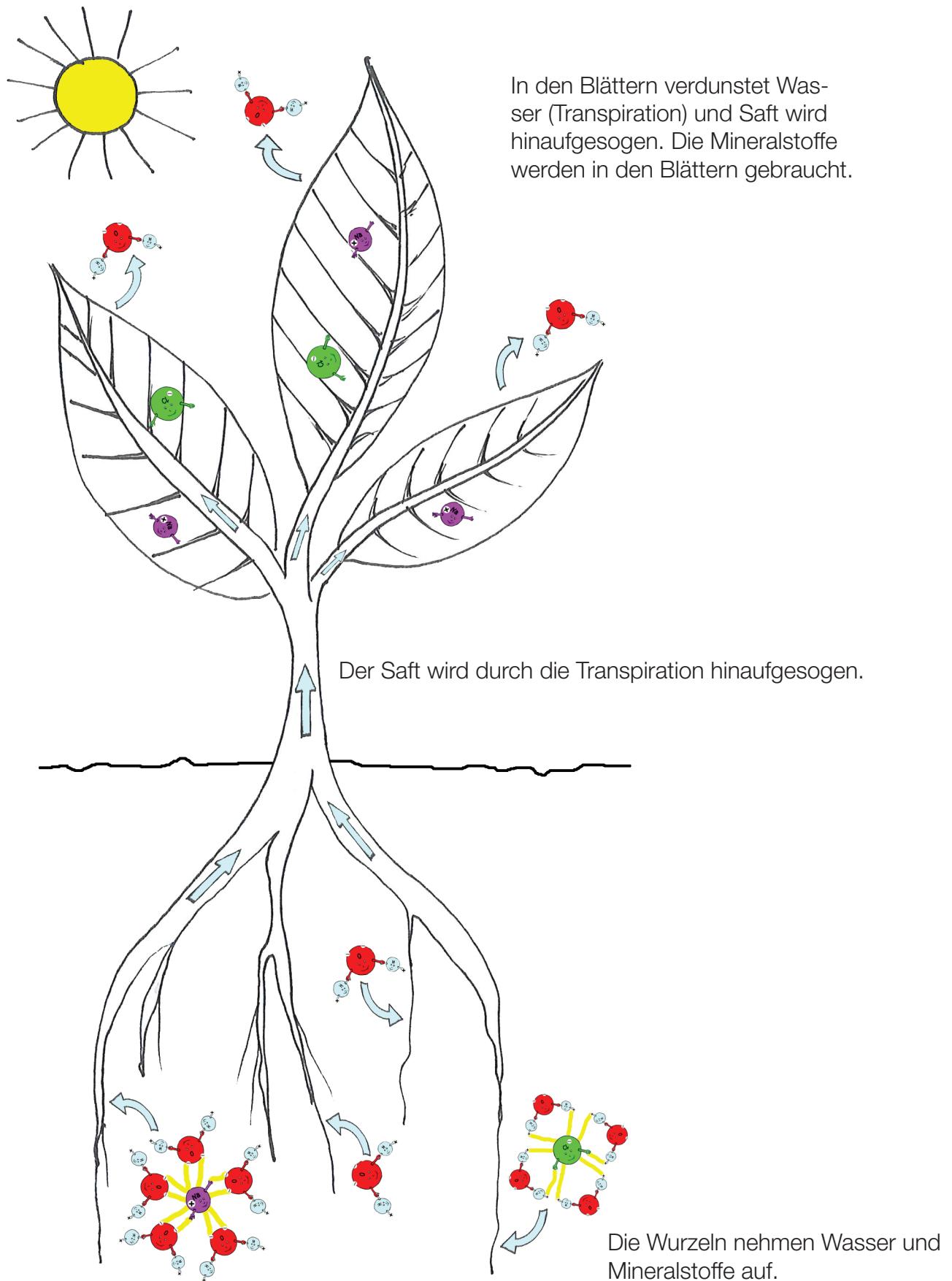
Pflanzen haben zwei verschiedene Transportnetze: eines, um Mineralstoffe und Wasser, welche die Wurzeln aus dem Boden absorbiert haben, bis zum obersten Blättchen hinauf zu bringen; ein zweites, um organische Materie, welche in den grünen Teilen der Pflanze gebildet wird, in die anderen Pflanzenteile zu transportieren. Diese Systeme sind ziemlich komplex und wir erklären sie in den folgenden Abschnitten und mit der Illustration auf Seite 9.

- **Transport des Phloemsaftes:** In den grünen Teilen der Pflanze wird Photosynthese betrieben, dadurch entsteht Zucker, welcher in diesem Saft gelöst wird. Durch das Phänomen der Osmose wandert er durch die Pflanze: Saft mit höherer Zuckerkonzentration strömt in Richtung Saft mit der geringeren Zuckerkonzentration. Damit dieses System funktioniert, ist aber die Hilfe von Zellen nötig. Die Energie, die diese Zellen dafür brauchen, wird durch die Zellatmung gewonnen.

-> Experiment Nr. 4: Osmose-Kartoffel

- **Transport des Xylemsaftes:** Wir haben das Phänomen der Verdunstung bereits kennengelernt. Beim Transport dieses Saftes spielt es eine grosse Rolle: Durch die Spaltöffnungen der Blätter verdunstet Wasser, das erzeugt einen Sog und durch ganz feine Leitungen, die bis zu den Wurzeln reichen, wird Wasser aus dem Boden heraufgezogen. Dieses ersetzt das verdunstete Wasser und transportiert gleichzeitig gelöste Mineralstoffe in die Pflanze. Wenn diese „Wasser-kette“ unterbrochen wird, zum Beispiel durch ein Luftbläschen, funktioniert der Transport nicht mehr. Solche Bläschen entstehen zum Beispiel bei Frost oder Trockenheit, deswegen setzt der Xylemsaft-Transport während kalten oder trockenen Perioden oftmals aus.

-> Experiment Nr. 5: Transpiration



b. Besonderheiten der Wasserpflanzen

Die physikalisch-chemischen Bedingungen sind in Wasserlebensräumen ganz anders als an Land:

- **Licht:** Die Stärke und Zusammensetzung des Lichts verändert sich unter Wasser stark. Photosynthese kann noch bis in Tiefen, wo noch ein Prozent des Lichts des an der Wasseroberfläche eintretenden Lichts vorhanden ist, stattfinden.
- **Gase:** Die Verteilung von Sauerstoff und Kohlendioxid ist unter Wasser weniger gleichmäßig als auf der Erdoberfläche. Die Konzentration hängt davon ab, wie stark der Gasaustausch an der Wasseroberfläche ist und welche Menge an Gasen von Lebewesen produziert wird.
- **Strömungen:** Mit teils enormem Druck wirken Strömungen, Wind und Wellen auf Pflanzen ein. Deren Stängel müssen gleichzeitig robust und biegsam sein, um nicht zu brechen und allen Kräften zu trotzen.

All dies macht es den Pflanzen wirklich nicht einfach, in einem teilweise oder ganz überfluteten Lebensraum zu leben! Man unterscheidet zwei Arten von Wasserpflanzen: Helophyten und Hydrophyten. Bei den **Helophyten (Sumpfpflanzen)** sind die meisten Organe (Blätter, Stiele, Blüten) an der freien Luft – nur ihre Wurzeln befinden sich unter Wasser. Bei **Hydrophyten** hingegen verläuft der grösste Teil des Lebenszyklus unter Wasser. Sie sind richtige Wasserpflanzen – ihre Organe befinden sich unter Wasser oder schwimmen an der Oberfläche.



Ein Helophyt: Rundblättriger Sonnentau



Ein typischer Hydrophyt:
Durchwachsenes Laichkraut

Um mit den schwierigen Bedingungen unter Wasser umgehen zu können, haben Wasserpflanzen eine ganze Reihe von Anpassungen entwickelt:

• Anpassungen der Blätter

Von allen Anpassungsformen, welche die Pflanzen bei der Besiedelung von Feuchtgebieten entwickelten, sind diejenigen an den Blättern am besten sichtbar und oft die Erstaunlichsten. Bei den



Gift-Hahnenfuss: Rosette einer jungen Pflanze mit Schwimm- und Luftblättern



Le flûteau commun possède des feuilles flottantes

Sumpfpflanzen kommen nur die jungen Blätter kurz in direkten Kontakt mit Wasser. Sie sind etwas dünner, schwächer behaart, haben weniger Spaltöffnungen und produzieren weniger Wachs. Bei richtigen Wasserpflanzen sind die Veränderungen besser sichtbar, denn ein und dieselbe Pflanze kann Blätter von verschiedenen Formen haben. Man nennt dieses Phänomen „Heterophylie“.



Die Blüten der Weissen Seerose (Hydrophyt) werden von Insekten oder durch den Wind bestäubt.

• Anpassungen der Blüten

Die Fortpflanzungsart von Hydrophyten verrät deren Verwandtschaft mit den Landpflanzen. Die Fortpflanzungsorgane von Wasserpflanzen sind denen von Landpflanzen erstaunlich ähnlich, sowohl im Aufbau als auch in der Funktion. Die meisten Wasserpflanzen sind für die Bestäubung auf Insekten oder den Wind angewiesen – sie haben Blüten, welche sich ausserhalb des Wassers öffnen. Es gibt jedoch auch spezifische Anpassungen der Fortpflanzung an Überschwemmungsperioden: Tendenziell werden in fruchtbareren Perioden mehr Samen produziert und bei ungünstigen Bedingungen wird mehr Energie für die vegetative Fortpflanzung eingesetzt.

Die Fortpflanzung einiger Pflanzen ist eng an die Wasserwelt gebunden. Die Bestäubung findet hier teilweise oder vollständig unter Wasser statt. Der Pollen wird unter Wasser abgegeben und befruchtet entweder untergetauchte oder schwimmende Blüten.



Die Bestäubung des Grossen Nixenkrauts findet unter Wasser statt.

• Anpassung der Stängel

Die Anpassungen bei Stängeln von Feuchtgebietspflanzen dienen vor allem dazu, den Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidmangel auszugleichen. So haben Stängel zahlreicher Schwimmblattpflanzen die Fähigkeit, ihr Wachstum stark zu beschleunigen, wenn ein Teil der Pflanze überschwemmt worden ist. Und ein grosser Teil der Wasser- und Sumpfpflanzen haben Stängel mit hohlen Kanälen, welche die optimale Gasdiffusion von den Pflanzenteilen an der Luft zu denjenigen unter Wasser gewährleisten – sie sorgen also dafür, dass untergetauchte Pflanzenteile auch Sauerstoff bekommen und atmen können. Dieses Luftgewebe, Aerenchym genannt, kann zudem auch Gase speichern. Der untere Teil des Stängels, welcher mit dem Wasser in Kontakt ist, kann in gewissen Fällen auch leicht geblätzt und hypertroph (angeschwollen) sein: Unter gewissen Bedingungen beschleunigt der Stängel sein Wachstum, in der Folge reissen die Zellen. Die dabei entstehenden Spalten können Sauerstoff einlagern und vereinfachen den Gasaustausch. Dieses Phänomen ist vor allem bei Bäumen in Sumpfgebieten an der Basis ihres Stammes sichtbar. Die Vergrösserung bringt ihnen zusätzlich den Vorteil, fester im Schlamm verankert zu sein.



Geschwollene Stamm-Basis bei der Sumpfzypresse (Florida)



Querschnitt des Stängels einer Grossen Teichrose. Gut sichtbar sind die Aerenchyme und auch die sogenannten Sternhaare, die den Stängel verstärken und gegen Fressfeinde schützen.

3. Wie das Wasser auf der Erde verteilt ist

a. Unser blauer Planet

Bei keinem anderen Planeten unseres Sonnensystems gibt es so viel Wasser an der Oberfläche wie bei der Erde. Dank den Temperatur- und Druckbedingungen, welche auf der Erde herrschen, ist Wasser in allen drei Aggregatzuständen vorhanden: als Dampf in der Atmosphäre, welche den Planeten umhüllt; als Flüssigkeit auf der Oberfläche und in der Erdkruste, aber auch in Lebewesen; und schliesslich als Eis an den Polen und in hohem Gebirge. Die grössten Wasservorkommen auf der Erde sind:

- **Meere und Ozeane:** 97,2% -> Salzwasser
- **Eiskappen:** 2,1% -> Süßwasser in Form von Eis
- **Binnengewässer oberirdisch und unterirdisch:** 0.6% -> Süßwasser in flüssiger Form
- **Biosphäre** -> Süßwasser in flüssiger Form

b. Das Wasser in der Biosphäre

Die Gesamtheit aller Lebewesen nennt man Biosphäre. Dazu gehören Pflanzen, Tiere, Bakterien, Menschen – einfach alles, was lebt. Das Wasser in der Biosphäre – also innerhalb aller Lebewesen – findet sich nur in flüssiger Form, zum grössten Teil in den Zellen der Organismen. Lebende Organismen bestehen durchschnittlich zu 80% aus Wasser, beim menschlichen Körper sind es zwei Drittel der Körpermasse. In einem 30 kg schweren Kind befinden sich 20 Liter Wasser, in einem 75 kg schweren Erwachsenen 50 Liter. Das Wasser ist im ganzen Körper verteilt – im Blut, um das Gehirn, in Lymphe, Tränen und Speichel, aber vor allem in jeder einzelnen der ca. 100 Billionen Zellen, aus denen wir bestehen.

Bei Pflanzen ist der Anteil Wasser noch grösser. Bei einer reifen Tomate sind es 95%, 97% bei einem Salat und 79% bei einer Kartoffel.

4. Wasserlebensräume

Es gibt verschiedene Süßwasserlebensräume: Gewässer mit ausgedehnten Wasserflächen (Seen, Tümpel, Teiche), natürliche Fließgewässer (Bäche, Flüsse) und Gebiete mit permanenter Wassersättigung des Bodens (Moore). Welche Pflanzen in einem Wasserlebensraum wachsen, wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, zu den wichtigsten gehören der Wasserzufluss und der Gehalt an Nährstoffen.

a. Seen



Der Schwarzsee

Ein See ist eine mit Wasser gefüllte Senke in der Erdkruste (Becken), so gross und tief, dass es Wasserschichten mit unterschiedlicher Temperatur und unterschiedlich starkem Lichteinfall gibt. Die Vegetation eines Sees hängt sehr stark vom Frischwasserzufluss und Nährstoffgehalt ab. Am Neuenburger- und Murtensee liegen die ökologisch wichtigsten Ufer- und Wasserflächen im Kanton Freiburg. Besonders der Neuenburgersee ist heute eines der bedeutendsten Refugien für Wasser- und Sumpfblumen des Kantons Freiburg und der ganzen Schweiz. Sehr wertvoll sind aber auch die subalpinen Seen. Neben dem Schwarzsee gehören hierzu viele kleinere Gewässer, wie zum Beispiel der Lac de Lussy oder der Lac des Joncs. Die zahlreichen künstlichen Stauseen sind hingegen in Sachen Botanik weniger interessant. Es gibt mehrere Gründe ihrer relativen Wasser- pflanzenarmut: Einerseits sind diese Seen aus geologischer und biologischer Sicht sehr jung (zum Beispiel: Schiffenensee 1963, Greyerzersee 1948, Lac de Montsalvens 1921, Pérolles-See 1872), andererseits sind ihre Ufer häufig steil und damit ohne ausgedehnte Flachbereiche.

b. Teiche und Tümpel



Teich in den Düdinger Mösern

Ein Tümpel ist ein Gewässer mit ausgedehnter Wasserfläche, bei dem im Normalfall nur eine ganz kleine Menge an Wasser ein- und ausfliesst. Er ist seicht – maximal zwei Meter tief. Darum gelangt das Sonnenlicht auch in die untersten Wasserschichten und Pflanzen können sich am Grund eines Tümpels verankern.

Im Kanton Freiburg gibt es gegen 70 Kleingewässer, die man als Teiche oder Tümpel bezeichnen kann. Viele von ihnen, besonders diejenigen in den Hochmoorgebieten, sind erst in den letzten Jahrhunderten durch den Torfabbau entstanden. Trotz ihres anthropogenen Ursprungs zählen sie heute zu den wichtigsten Habitaten für zahlreiche Wasser- und Sumpfpflanzen (z. B. Teiche in den Düdingermoos, bei Les Gurles oder Rathvel bei Les Paccots). Auch in alten Kiesgruben haben sich teilweise grosse Gewässer geformt (z. B. Les Combettes bei St-Aubin), und manche wurden

sogar von Naturschutzorganisationen ausgegraben und somit künstlich erschaffen (z. B. im Auried bei Kleinbösing). Natürliche, gut erhaltenen Teiche und Tümpel mit variierendem Wasserniveau und breitem Uferbereich sind selten – sowohl im Kanton Freiburg als in der ganzen Schweiz. Zu diesen Raritäten gehört der La Gollie-Tümpel bei Montagny: Er bietet einigen der seltensten Arten der Schweizer Flora Lebensraum.

c. Flachmoore



Flachmoor, Gros-Mont

Flachmoore, auch Niedermoore genannt, machen den grössten Teil der bekannten Schweizer Feuchtgebiete aus. Sie werden vom Grundwasser genährt. Das heisst, sie sind in Kontakt mit dem Grundwasser und den vielen darin enthaltenen Nährstoffen. Dadurch sind Flachmoore sehr nährstoffreich. Das sieht man auch der Vegetation an: Es wachsen viele verschiedene Pflanzenarten (= hohe Diversität), und diese sind saftig grün und oft recht hoch gewachsen.

Noch vor 150 Jahren, vor der Juragewässerkorrektion, existierten im Schweizer Seeland einige der bedeutendsten Moorgebiete Europas. Trotz der dramatischen Veränderungen findet man noch heute in der Nähe des Neuenburger- und Murtensees die grössten Flachmoorgebiete der Schweiz. Es gibt über den ganzen Kanton Freiburg verteilt aber auch viele weitere Flachmoore mit botanisch wertvollen Pflanzengemeinschaften. Die kleinen, zum Teil durch menschliche Aktivitäten stark bedrängten Gebiete sind entweder periodisch oder ständig unter Wasser, entwickeln sich am Saum von Hochmoorgebieten, an Verlandungszonen von Seen und an Uferbereichen zahlreicher Fliessgewässer. Besonders artenreich sind die Flachmoore der Freiburger Voralpen, zum Beispiel der Moorkomplex von Gros Mont.

d. Hochmoore (Torfmoore)



Rotmoos, Hochmoor bei Rechthalen

Das Hauptmerkmal eines Hochmoors ist eine dicke Torfschicht, welche hauptsächlich von den Torfmoosen gebildet wird, mehrere Meter dick sein kann und meist eine gewölbte Form hat – daher der Name „Hochmoor“. Im Gegensatz zu Flachmooren, die mit Grundwasser genährt werden, haben Hochmoore nur nährstoffarmes Regenwasser zur Verfügung. Torfmoose saugen sich mit Wasser voll wie Schwämme und schaffen durch die Abgabe von Wasserstoffionen ein saures Milieu. In einem Hochmoor herrschen schwierige Bedingungen. Nur wenige Pflanzenarten können in diesem sauren, nährstoffarmen Boden wachsen. Solche Pflanzen sind stark spezialisiert, das heisst sie wachsen nur bei diesen speziellen Bedingungen.

In der Schweiz ist nur noch ein kleiner Teil der ursprünglichen Hochmoorfläche vorhanden. Die Hauptgründe für den starken Rückgang sind Torfabbau und Trockenlegung. Pflanzenarten, welche sich ausschliesslich an diesen einzigartigen Lebensraum angepasst haben, sind heute in vielen Re-

gionen vom Aussterben bedroht. Man findet sie, mit Ausnahme der Düdingermöser, hauptsächlich auf montaner Stufe in Nähe der Voralpen. Es gibt nur zwei Hochmoore, wo nie Torf abgebaut oder entwässert wurde: das Schwandmoos (St. Ursen) und das Hochmoor im Pâquier dessus (Hauteville).

e. Flüsse, Bäche und Quellen



Fluss Sense

Die Vegetation von Wasserläufen wird von vielen Faktoren bestimmt: geologische Beschaffenheit des Bodens (Substrat), Kraft der Strömung, Wassertiefe, Wassermenge, Sonneneinstrahlung und Höhe... Heutzutage fliessen viele Wasserläufe nicht mehr auf natürliche Weise: Sie sind eingedämmt, ihr Lauf wurde korrigiert und teilweise sogar in unterirdische Kanäle geleitet.

Die Alpen – und damit auch grosse Gebiete des Kantons Freiburg – sind reich an Fliessgewässern. Zu den wichtigsten Freiburger Flüssen gehört die Saane (im Zentrum des Kantons mit zahlreichen Nebenflüssen wie zum Beispiel Sense und Glâne) und die Broye (im Westen). Diese Flüsse gehören zum Einzugsgebiet des Rheins und fliessen also in Richtung Nordsee. Einzig die Veveyse im Süden des Kantons Freiburg fliessst in Richtung Mittelmeer (Rhone-Einzugsgebiet).

Glossar

Atom: mikroskopisch kleiner Grundbaustein von fast aller Materie des Universums. Ein Atom besteht aus einem Kern, um welchen Elektronen kreisen.

Dichte: physikalische Grösse, kennzeichnet das Verhältnis von Masse zu Volumen, also zum Beispiel Wasser mit der Temperatur von 3,98°C hat die Dichte von 1kg/Liter. Als relative Dichte bezeichnet man die Dichte im Verhältnis zur Dichte eines anderen Stoffes. Es ist gängig, die Dichte von Stoffen mit derjenigen von Wasser bei 3,98°C zu vergleichen. Wenn ein Stoff eine relative Dichte von 4 hat, bedeutet das also, dass ein bestimmtes Volumen (z. B. 1 L) dieses Stoffs 4 mal schwerer ist als dasselbe Volumen von Wasser bei 3,98°C.

Molekül: stabiler Zusammenschluss einer bestimmten Anzahl von untereinander verbundenen Atomen.

Photosynthese: Prozess, bei dem Pflanzen innerhalb ihrer Zellen mit Hilfe von Lichtenergie aus Kohlenstoffdioxid (CO_2 , aus der Luft) und Wasser (H_2O , ist in der Pflanze enthalten) organische Materie herstellen, welche sie zum Wachsen brauchen.

Osmose: Phänomen, bei dem Wasser vom tiefer konzentrierten Milieu ins höher konzentrierte Milieu diffundiert.

Zellatmung: Reihe von Reaktionen, mit welchen aus Sauerstoff ATP hergestellt wird. ATP ist die Energiequelle der Zellen. Zellatmung findet in Pflanzen-, Tier- und Bakterienzellen statt.

Bibliografie

Bibliografie der französischen Grundlage dieser Übersetzung

Textes de l'exposition Flora aquatica, Gregor Kozlowski, MHN, 2013

Découvrir la biologie, Cain, Damman, Lue, Yoon, de Boeck, 2006

Références générales sur l'eau :

L'eau et ses propriétés, Equipe La main à la pâte, 12 Mars 2009 ; www.fondation-lamap.org

L'eau à petits pas, François Michel, Robert Barborini, Actes Sud Junior, 2007

Dossier CNRS sur l'eau : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/accueil.html>

Sur les marais :

<http://milieuxhumides.hepfr.ch/>

Expériences tirés de:

Méga expériences, l'encyclopédie vivante, Nathan, 2008 (exp. 1, 2, 5)

Le site web de Didier Pol (agrégé de SVT), expériences de biologie amusante, fiches de tp, manuel virtuel de tp... <http://www.didier-pol.net/> (exp. 3)

L'eau, un liquide pas comme les autres, Melanie Schultalbers, site La main à la pâte, 2012
www.fondation-lamap.org (exp. 4)

IV. Geschichte einer Ausstellung : Flora aquatica

Bis eine Ausstellung präsentiert werden kann, sind eine ganze Anzahl verschiedener Arbeitsschritte nötig. Oft beginnen die Recherchen der Kuratoren zu einer Ausstellung schon einige Jahre vor ihrer Eröffnung. Die „Geschichte einer Ausstellung“, die hier erzählt wird, soll euch einen Eindruck vermitteln von den vielen Vorbereitungen, die es braucht, bevor eine Ausstellung eröffnet werden kann.

Wir erzählen euch hier die Geschichte der Ausstellung «Flora aquatica», die ab Mai 2013 im Naturhistorischen Museum Freiburg zu sehen sein wird.

Die Hauptpersonen:



Gregor

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Museums und Botanik-Experte.



Emanuel

ist stellvertretender Direktor des Museums. Er ist Geograph von Beruf, aber auch Pflanzenspezialist.



Guy T.

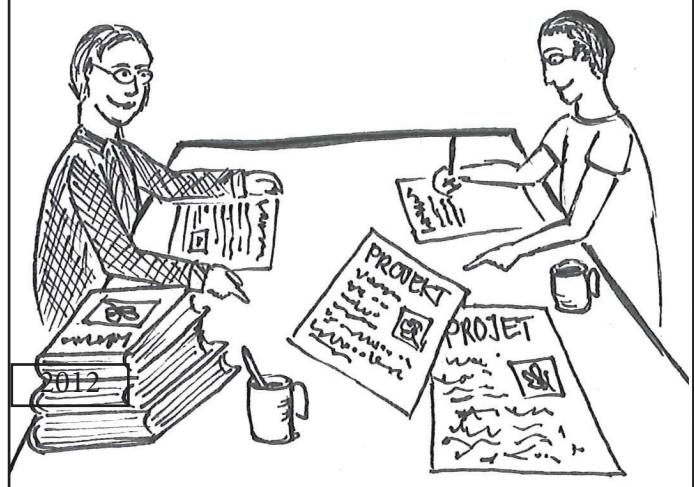
ist Grafiker von Beruf. Er wurde vom Museum beauftragt, den graphischen Teil der Ausstellung zu gestalten.

2005



Gregor beginnt, sich für eine besondere Pflanzengruppe zu interessieren, nämlich die Wasserpflanzen. Die Feuchtgebiete, wo sie wachsen, sind in Gefahr: Die Aktivitäten des Menschen sind oft die Ursache dafür, dass diese Pflanzen aussterben. Es bleibt der Pflanzenwelt also nicht mehr viel Raum zu Wachstum und Ausbreitung...

2007



Eine der Aufgaben des Naturhistorischen Museums besteht darin, die Pflanzen des Kantons Freiburg zu erforschen und zu erhalten. Deshalb entwerfen Gregor und Emanuel für 2013 ein Ausstellungsprojekt zum Thema „Wasserpflanzen“. Parallel zur Ausstellung soll eine wissenschaftliche Studie zu diesem Thema durchgeführt werden.

2007-2012



Gregor und Emmanuel durchstreifen den Kanton auf der Suche nach Wasserpflanzen, die sie auflisten, fotografieren und manchmal sammeln. Hans-Rüdiger, der Museumsfotograf, macht Bilder von den Pflanzen. Manchmal fotografiert er Details, die besonders interessant sind für den Ausstellungsbesucher. Die Forscher der Universität befassen sich ebenfalls mit dem Thema und erstellen Analysen von den Pflanzen, die über ihre Herkunft oder ihre Verwandtschaft mit anderen Pflanzen informieren.

2012

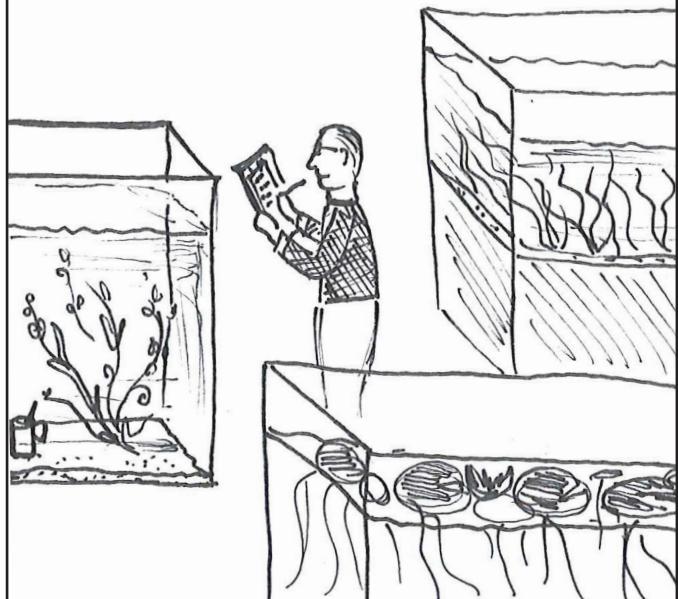


Nun kann mit den effektiven Vorbereitungen zur Ausstellung begonnen werden. Gregor beginnt zu überlegen, wie das Thema am besten präsentiert werden kann, dass es ein möglichst breites Publikum anspricht - die Schulkinder, die Erwachsenen und auch die Spezialisten. Sie alle sollten von der Ausstellung profitieren können!

Januar 2012



März 2012



Unsere beiden Botaniker treffen sich zum ersten Mal mit Guy T. und besprechen, wie die Ausstellung aussehen soll.

Gregor, Emanuel und Guy T. haben die Idee, Aquarien mit Wasserpflanzen aufzustellen. Also muss zuerst damit begonnen werden, anhand von Tests die bestmöglichen Bedingungen herauszufinden, unter denen die Pflanzen im Aquarium gedeihen können. Dazu wird die Hilfe der Techniker des Museums benötigt.

Mai 2012



Mai 2012



Gregor beginnt, die Texte für die Ausstellung zu verfassen. Sie müssen mehrmals durchgelesen werden, damit Orthographie-, Grammatik-, und Inhaltsfehler korrigiert werden können. Dann werden die deutschen Texte auf Französisch übersetzt und anschliessend nochmals durchgelesen. Zusätzlich erstellt Gregor auch Karten und Grafiken.

Guy T. bestimmt die graphischen Leitlinien und die allgemeine Atmosphäre der Ausstellung, d.h. welche Farben die Ausstellungswände haben sollen, was für eine Beleuchtung gewählt werden soll, wo genau die Texte angebracht werden, usw.

Oktober 2012



Gregor verfasst einen Präsentationstext für das Programm des Museums, in dem die Ausstellung kurz vorgestellt wird. Zusammen mit Laurence, einer Mitarbeiterin des Museums, bespricht er die Aktivitäten, die während der Ausstellung stattfinden sollen.

2013



Der Ausstellungsbeginn rückt näher – die Mitarbeiter des Museums fangen mit der eigentlichen Arbeit an, entwerfen Plakate und Einladungskarten, erstellen Pressedossiers und Material für Schulen, beenden die Übersetzungen und beginnen mit dem Aufbau ... bis zur Eröffnung bleibt noch viel zu tun!

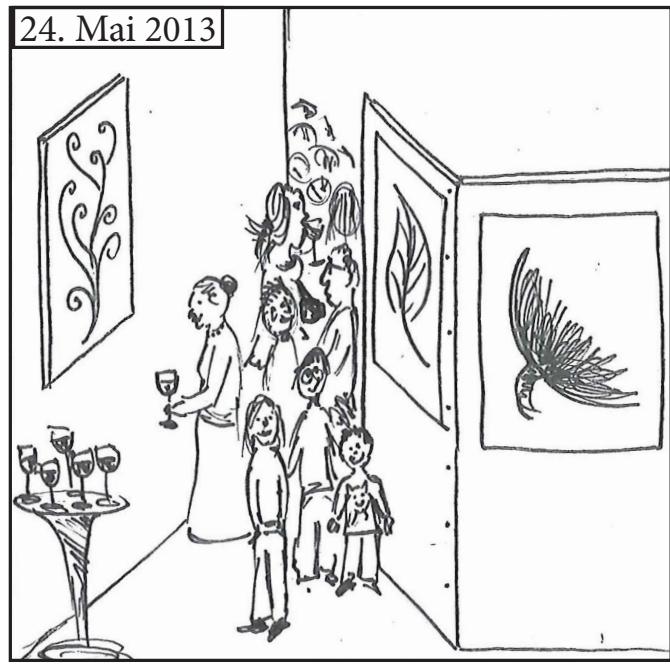
April-Mai 2013



Das von Guy T. und seinem Team bestellte Material für den Aufbau der Ausstellung trifft im Museum ein. Mit Hilfe der Techniker wird die Ausstellung aufgebaut.

15. Mai 2013 : Die Aufbauarbeiten sind beendet, es bleiben nur der letzte Schliff, das Einstellen der richtigen Beleuchtung sowie die Reinigungsarbeiten.

24. Mai 2013



24. Mai 2013 : Die Ausstellung ist eröffnet, die ersten Besucher sind da!

