

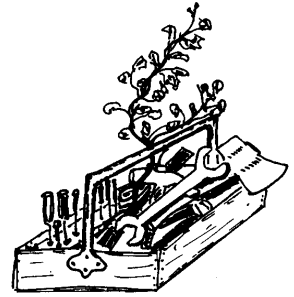
# Unterrichtsprojekte Natur und Technik



Vinnhorster Weg 2  
30419 Hannover

Telefon: 0511-168-47665/7  
Fax: 0511-168-47352  
E-mail: [40.50@hannover-stadt.de](mailto:40.50@hannover-stadt.de)

Internet: [www.schulbiologiezentrum-hannover.de](http://www.schulbiologiezentrum-hannover.de)



## 19.10

**Zum Selbstbau  
für Arbeitsgemeinschaften, Projektwochen  
und Landheimfahrten:**

### Der Regenwald im Gurkenglas oder die "Biosphäre III"



Diese Arbeitshilfe beschreibt die Einrichtung eines fast autarken Lebensraumes in einem nach außen luftdicht verschlossenen Terrarium. Der einzige Input, den dieses Minibiotop empfängt, ist die Energie, die im Sonnenlicht steckt. Die kleine "Biosphäre" im Glas und der blaue Planet, auf dem wir leben, haben damit die gleichen energetischen Grundlagen. Beide sind in Bezug auf weitere äußere Einflüsse isoliert und durch komplizierte innere Wechselbeziehungen charakterisiert.

#### **Die Biosphäre II in Tucson/Arizona**

1991 ließen sich 8 "Bionauten" für zwei Jahre in die von einem texanischen Ölmilliardär finanzierten Biosphäre II einschließen. Ziel des Experiments war es, herauszufinden, ob Menschen in einer künstlichen, sich selbst tragenden Atmosphäre über einen längeren Zeitraum überleben können. Wohlgedacht: Ohne jede Zufuhr von Sauerstoff, Wärme und Nahrungsmitteln von außen, aber auch ohne die Möglichkeit, CO<sub>2</sub> und Abfallstoffe nach außen abgeben zu können. Vorlage für dieses Experiment ist die Biosphäre I, der blaue Planet, unsere Erde: Pflanzen spalten mit Hilfe von Sonnenenergie Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff und legen Wasserstoff zusammen mit Kohlendioxid in energiereichen Kohlenwasserstoffen fest. Diese Energieträger sind die Nahrungsgrundlage der Tiere,

die wieder anderen Tieren und den Menschen als Nahrungsquelle dienen. Als "Abfallprodukt" der Pflanzen entsteht Sauerstoff, den die Pflanzen, die Tiere und der Mensch zur Nutzung der Energieträger benötigen (Atmung). Das bei der Atmung freigesetzte Kohlendioxid wird bei der

Photosynthese der Pflanzen wieder in Kohlenwasserstoffe eingebaut. Bakterien und Pilze schalten sich als Endnutzer in diese Energiekette ein, zersetzen die organische Substanz und hinterlassen dabei die Mineralsalze, die die Pflanzen zum Leben benötigen. Ein perfekt ausgeglichenes System ohne Überschüsse, ein System, das den "Betriebsabfall" natürlich recycelt. Ein System, angetrieben von der Zufuhr von Sonnenenergie, die somit in chemisch gebundener Form in jeder Zelle eines jeden Lebewesens vorhanden ist.

Die Bionauten haben den Versuch gut überstanden. Unsere "Biosphäre III" ist ebenfalls ein sich selbst tragendes lebendiges System, auch wenn Tiere nur in Gestalt von Einzellern vorkommen werden.

### **Benötigt wird:**

Ein Terrarium mit gut abschließendem Glasdeckel, alternativ auch ein Gurkenglas, eine Milchflasche, ein Einmachglas oder ein Gärballon (aus der Weinherstellung)

Erde, Blähton (oder Tonscherben), etwas Holzkohle, ca. 2 cm hoch Wasser

Pflanzen: Flinker Heinrich (Tradescantia), Brutfarn (Asplenium dimorphum), ggf. Bartbromelie (Tillandsia usneoides, aber problematisch!). Auch die sog. "Kindel" (Ableger) der bekannten Grünlilie (Clorophytum comosum)- Alle vorgeschlagenen Pflanzen sind durch das Schulbiologiezentrum auch in Klassenstärke beziehbar.

Dünne Zweige

### **Auswahl und Vorbereitung des Pflanzgefäßes:**



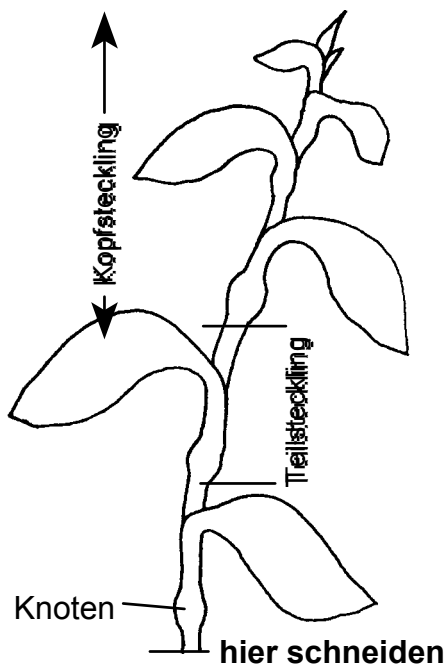
In Frage kommen alle größeren und verschließbaren Glasgefäße. Milchflaschen oder Gurkengläser mit Deckel sind genauso gut geeignet wie dekorative Gärballons, die aber bruchempfindlicher sind und schwerer. Wir stellen hier eine "Biosphäre" in einem ausgedienten Terrarium vor. Ein leck gewordenes Aquarium steht in vielen Schulen (oder ist leicht beschaffbar). Es ist nicht so empfindlich wie der Gärballon und dennoch groß genug, um ein optischer Mittelpunkt im Klassenraum zu sein. Das Wachsen und Vergehen wie auch der Wasserkreislauf ist in einem Gefäß dieser Größe gut und über mehrere Jahre hinweg zu verfolgen. Wenn eine solche Biosphäre zu Beginn der 3. oder 5. Klasse eingerichtet wird, kann sie über mindestens zwei Jahre als Beobachtungs- und Erfahrungsort genutzt werden. Und dies alles mit einem gewichtigen (und vielleicht verblüffenden) Vorteil: Sie macht, einmal eingerichtet, keinerlei Arbeit. Beim Autor dieser Arbeitshilfe steht

seit neun Jahren ein bepflanztes Einmachglas auf dem Schreibtisch, dessen Deckel (weil wir es wirklich wissen wollten!) mit Klebstoff abgedichtet wurde. Der Inhalt sieht zwar etwas "unordentlich" aus, aber dessen ungeachtet nach wie vor sehr grün und lebensfreudig. Der Boden des Gefäßes wird mit Blähton (Hydrokultursubstrat) etwa 3 - 4 cm hoch gefüllt, ersatzweise eignen sich auch klein gestoßene Scherben eines Blumentopfes. Dazu wird etwas Pflanzerde gegeben, so dass die Lücken zwischen den Blähtonkügelchen ausgefüllt sind. Als Antischimmelmittel haben sich kleine Stückchen Holzkohle bewährt. Holzkohle hat durch ihre Porosität und große Oberfläche die Eigenschaft, Schimmelpilzsporen zu binden und am Keimen zu hindern, vergleichbar mit Kohletabletten bei Durchfallerkrankungen. Die langjährige Praxis hat gezeigt, dass die Holzkohle durchaus entbehrlich ist, wenn die Erde sterilisiert (gedämpft) ist. Die Stecklingserde, die Ihnen das Schulbiologiezentrum Hannover bereitstellt, ist gedämpft.

### **Herstellung von Pflanzenstecklingen (s. auch Arbeitshilfe 7.12 "Vegetative Fortpflanzung"):**

Hervorragend geeignet sind Stecklinge des "**Flinken Heinrichs**" (Tradescantia), einer Pflanze, die leicht beschaffbar ist (Schulbiologiezentrum Hannover). Sie bedeckt als krautige Pflanze den Boden tropischer Wälder. Dies lässt sich Schülern bei einem Rundgang durch

unsere Gewächshäuser zeigen. - Tradescantia-Stecklinge sind auch mit jüngeren Schülern (ab 3. Klasse) leicht herzustellen. Die Stecklinge werden sich ohne Probleme bewurzeln und sicher angehen.



**Kopfstecklinge herstellen:** Suche die verdickte Stelle am Grunde eines Blattes. Achtung, das Blatt besteht aus der vom Stängel abstehenden *Spreite* und der den Stängel umfassenden *Blattscheide*. Diese Verdickung bezeichnen wir als *Knoten*. An dieser Stelle bilden sich bei Tradescantia Wurzeln, so auch nach einiger Zeit in unserer "Biosphäre". Mit einem scharfen Messer (von der Orientierungsstufe aufwärts auch mit einer längs halbierten Rasierklinge, die wir auf einer Seite mit Gewebeband sichern!), schneiden wir den Stängel unterhalb des Knotens durch. Wir unterscheiden zwischen Kopf- und Teilstecklingen: Ein *Kopfsteckling* entsteht, wenn die Triebspitze zum Steckling wird. Hier wird unterhalb des zweit-, dritt- oder viertobersten Knotens (je nach gewünschter Größe des Stecklings) abgeschnitten. Das unterste Blatt wird vorsichtig abgezogen (einschließlich der Blattscheide). Ein *Teilsteckling* entsteht, wenn ein weiter wurzelwärts liegender Bereich (ohne Triebspitze) herausgeschnitten wird. In der Fähigkeit, sich zu bewurzeln, unterscheiden sich

Kopf- und Teilstecklinge nicht, die Kopfstecklinge werden von Schülern aber erfahrungsgemäß als schöner empfunden.

Die so vorbereiteten Stecklinge werden in den Boden "gesteckt." Das Pflanzloch muss, wie es in der Gärtnerei üblich ist, mit einem Pikierstab oder - einfacher - mit einem Bleistift vorbereitet werden.

#### So wird ein Kopfsteckling hergestellt:



Unter dem vierten oder fünften Knoten abschneiden



Unteres Blatt abreißen (sonst Fäulnisgefahr)

Eine weitere nach unseren Erfahrungen gut geeignete Pflanze ist der **Brutfarn** (*Asplenium dimorphum*), einer Farnart, die auf den östlich von Australien gelegenen Norfolk-Inseln heimisch ist. Auf der Blattspreite dieser Pflanze bilden sich so genannte Kindel, die nach einiger Zeit abfallen, sich bewurzeln und zu selbständigen Pflanzen heranwachsen. Die Kindel werden vorsichtig von der Mutterpflanze abgezupft, und mit der knolligen Basis in die Erde gesetzt. Der Brutfarn wächst zwar in unserer Biosphäre viel langsamer als im Blumentopf, dies ist aber bei der Größe des Gefäßes nur vorteilhaft.

Als besonders "urwaldtypischen" Mittelpunkt geben wir noch die **Bartbromelie** (*Tillandsia usneoides*) hinzu. Diese, entfernt mit der Ananas verwandte Pflanze, ist im subtropisch feuchten Amerika beheimatet und hängt bartflechtenähnlich von den Ästen der Bäume herab.

Sie ist dabei kein Parasit, geht auch keine Symbiose mit den "Wirten" ein, sondern nutzt die Bäume nur als "Aufhänger". Sie hat keine Wurzeln und keinen Kontakt zum Boden, sondern entnimmt mit ihren *Saugschuppen* Feuchtigkeit und Nährstoffe aus der umgebenden Luft. Dieser Vorgang lässt sich mit dem Mikroskop bei kleinster Vergrößerung (4x10) experimentell untersuchen:

Lege ein kurzes Stück Bartbromelie unter das Objektiv. Es ist graugrün und zeigt die Spitzen der Saugschuppen. Nimm jetzt ein Streichholz in die Hand und tauche das untere Ende in etwas Wasser. Beim Herausnehmen hängt ein kleiner Tropfen Wasser am Streichholzendende. Gib ihn auf die Bartbromelie. Augenblicklich werden die Saugschuppen abgespreizt, die Pflanze vergrößert ihre Oberfläche und "schluckt" das Wasser gewissermaßen. Dabei wird sie saftig grün. Letzteres ist auch ohne Mikroskop gut zu sehen wenn man Tillandsia ins Wasser taucht.

Die zum Leben notwendigen Mineralsalze erhält diese faszinierende Pflanze durch herabfallende abgestorbene Pflanzenreste und Staub. Dies ist in unser Biosphäre im Gegensatz zum Regenwald natürlich nicht der Fall, daher *wird die Bartbromelie irgendwann eingehen*. Wenn den Schülern deutlich wird, dass das nicht an mangelnder Feuchtigkeit gelegen haben kann, wäre das ein guter Einstieg in das Thema „Nährsalzkeislauf“.

Tillandsia usneoides vermehrt sich vorwiegend dadurch, daß Teile abreißen und an anderer Stelle weiterwachsen. Wir können eine Pflanze deshalb problemlos in mehrere Teile zerreißen.

Als Aufhänger der Bartbromelie werden einige dünne Zweige ins Terrarium gestellt. Um zu verhindern, dass in der feuchtwarmen Atmosphäre der Biosphäre ein Pilzrasen auf den Zweigen entsteht (sie sind immer mit Pilzsporen besetzt), können sie vorher abgekocht werden. Da die Verpilzung ist in der Regel aber nur ein ästhetisches Problem ist, kann sie, wenn Pilze als natürlicher Bestandteil des Lebens akzeptiert werden, ruhig in Kauf genommen werden. Schaden tut das nicht.

### **Der atmosphärische Wasserkreislauf im Kleinen**

An einem sonnigen Tag werden die Scheiben beschlagen sein, indem sich Wassertropfen am Glasdeckel bilden: Das Bodenwasser verdunstet und kondensiert an der relativ kalten Glaswand. Die Tropfen fallen, erst einmal schwer genug, als Regen auf den Boden der "Biosphäre" zurück. Hier kann der Wasserkreislauf im täglichen Rhythmus beobachtet werden, eine gute, erfahrbare Grundlage für abstraktere Vorgänge wie z.B. die planetarische Zirkulation des Wassers. Über die Frage, welche Kraft das Wasser an die Glasdecke befördert, lassen sich Einsichten in den Ursprung der Energieproduktion aus Wasserkraft gewinnen.

### **Die O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> Bilanz**

Die CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Bilanz ist im Prinzip ausgeglichen, da langfristig genau so viel CO<sub>2</sub> bei der Photosynthese gebunden wird, wie bei der Atmung entsteht. Gleichwohl wird bei der Atmung auf die Dauer genau so viel O<sub>2</sub> verbraucht, wie bei der Photosynthese entsteht. Diese Bilanz stimmt aber nur im Prinzip: Durch das Wachstum wird eine bestimmte Menge CO<sub>2</sub> in der Pflanzensubstanz festgelegt. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Glas sinkt dadurch, was sich in einem verlangsamten Pflanzenwachstum äußert: Die Blätter werden im Laufe der Zeit immer kleiner, was aber natürlich mit dem sinkenden Nährsalzgehalt des Bodens zusammenhängt. Nur eine gesunde Bodenflora (Bakterien) und –fauna garantiert ein „Recycling“ der Nährsalze, in kleinen Gläsern stellt sich kaum ein solches Verhältnis ein. Größere Biosphären leben bei uns schon seit mehreren (8 bzw. 10) Jahren.

### **Können auch Tiere in der Biosphäre leben?**

Pflanzenfressende Tiere brauchen zum Überleben eine Pflanzenmenge, die ihr eigenes Körpergewicht um ein Vielfaches übersteigt. In unserer kleinen Biosphäre könnten die Pflanzen nicht schnell genug nachwachsen um ein größeres Tier zu ernähren und genügend Atemluft (Sauerstoff) zu liefern.

### Wo stellen wir das Terrarium hin?

Unsere Biosphäre darf nicht den ganzen Tag in der prallen Sonne stehen. Der Platz sollte aber hell sein (Halbschatten) und möglichst in den Vormittagsstunden (zur Schulzeit) soviel direkte Sonne empfangen, dass der Wasserkreislauf gut in Gang kommt.

### Nachtrag 2002:

Eine große Biosphäre mit verschiedenen Pflanzen, z.B. aus der Lieferungen „Sporen-pflanzen – Farne“ und/oder „Sukkulente Pflanzen“, die Sie durch das Schulbiologiezentrum Hannover beziehen können.



### Biosphäre 3

#### Gießen überflüssig:

Das Wasser zirkuliert im geschlossenen Glasbehälter, es verdunstet, kondensiert und tropft als Regen von der Decke.

Die Pflanzen stammen zum Teil aus der Schullieferung „**Sporenpflanzen – Farne**“, die Sie jedes Jahr im Herbst bei uns beziehen können. Sie wurzeln in einer Mischung aus Stecklingserde und etwas Torf. Unsere Stecklingserde, die wir Ihnen für

dieses Projekt auch zur Verfügung stellen, ist eine Mischung aus Komposterde, Sand und Torf zu je gleichen Teilen.

**Kakteen** und **Brutblatt** (*Bryophyllum daigremontianum*) brauchen einen armen, sandigen und steinigen Boden.

Die auf das Glasbecken gemalten Wolken verhindern, dass das Glasbecken im Sonnenlicht zu heiß wird – Im Sommer steht es draußen.

Die Gläser werden im Sommer mit Wasser gefüllt. Tagsüber kühlen sie die Luft im Becken, nachts geben sie die aufgenommene Wärme wieder ab.

Die Temperatenausgleichenden Wasserbehälter werden natürlich nicht zwingend benötigt, wenn die Biosphäre im Raum bleiben soll. Bei stärkerer Besonnung des Beckens ist ihr Einbau aber ratsam.

Nähere Informationen finden Sie in unserer **Arbeitshilfe 19.39**.

### Ingo Mennerich

Erstausgabe 1994, überarbeitete Fassung: November 2002

Klaus Thomaier, Leiter des Schulbiologiezentrums