

### Vom Flaschengarten zur Biosphäre

Wer sucht Seesterne im Bach, wer versucht, im Winter Erdbeeren zu ernten oder bei Tageslicht Fledermäuse zu beobachten? Ganz offenbar erwartet man bestimmte Tiere und Pflanzen nur an ganz bestimmten Orten und zu festgesetzten Tages- und Jahreszeiten. Lebewesen sind in einem bestimmten zeitlichen und räumlichen Muster auf der Erde verbreitet. Das ergibt sich aus den mehr oder minder deutlichen Beziehungen der Lebewesen untereinander und zu ihrer Umwelt. Ökologen haben sich zum Ziel gesetzt, diese Beziehungen zu untersuchen und Gesetzmäßigkeiten herauszuarbeiten.

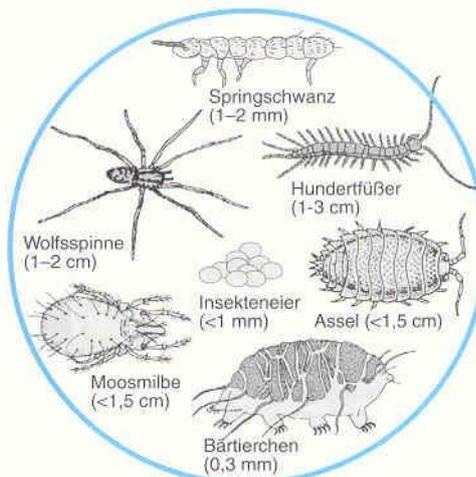
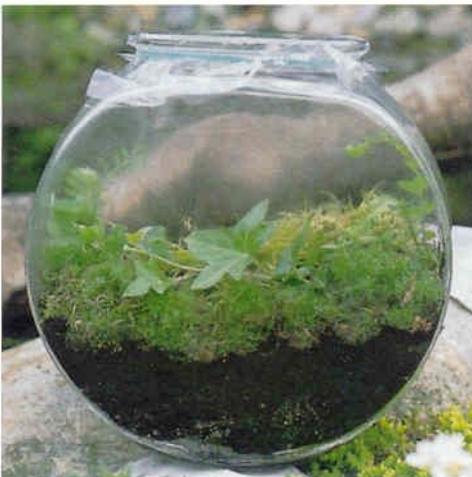
Der Begriff *Ökologie* wurde 1866 von ERNST HAECKEL (1834–1919) geprägt, als Lehre vom Haushalt der Natur. Ein Teil des „Hauses“ entspricht dem *Lebensraum* oder *Biotop* der Organismen, die „Bewohner des Hauses“ bilden eine *Lebensgemeinschaft* oder *Biozönose*, „Haushalt“ knüpft an die *Versorgung mit Energie und Ressourcen* an.

Ökologische Erkenntnisse lassen sich bereits an kleinen Biozönosen gewinnen: Betrachtet man ein Moospolster mithilfe einer Lupe, so erblickt man zwischen den Moosblättchen eine Lebensgemeinschaft aus sehr kleinen, spezialisierten Tieren. Moos und Moosfauna gedeihen lange Zeit, wenn man sie in einem verschlossenen, ausreichend beleuchteten Glasgefäß hält (s. Zettelkasten).

In so einem Flaschengarten bildet das Moos fotosynthetisch organisches Material, welches teilweise von den Moostieren verbraucht wird. Abgestorbenes oder ausgeschleudertes Material wird von Bakterien und Pilzen im Boden umgewandelt, sodass die darin enthaltenen Mineralstoffe den Pflanzen wieder zur Verfügung stehen. Bei der Photosynthese entsteht Sauerstoff, den die Moostiere und Mikroorganismen zur Atmung nutzen. Dabei wird wiederum Kohlenstoffdioxid für die Fotosynthese frei.

### Der Flaschengarten

Fülle in ein großes Glas von mindestens 3 Litern Inhalt so viel Holzkohle ein, dass der Boden gut bedeckt ist. Darauf kommt käufliche Blumenerde, bis das Glas  $\frac{1}{4}$  gefüllt ist. Bepflanze das Glas mit Moosen, Farnen oder anderen feuchtigkeitsliebenden, langsam wachsenden Pflanzen. Als Pflanzhilfe kann man sich lange Miniaturharken und -schaufeln aus Essbesteck selbst herstellen. Benutze beim Einfüllen der Erde einen Trich-



ter aus gedrehtem Papier, damit die Glaswände weniger leicht verschmutzen. Gieße nun den Flaschengarten gut an und verschließe ihn mit durchsichtiger Folie und Gummiband. Nur wenn die Glaswände beschlagen, sollte man die Flasche eine Weile öffnen. Das Glas muss hell stehen, aber nicht in der prallen Sonne. Die Pflanzen gedeihen jetzt viele Monate ohne weitere pflegende Eingriffe.

*Produzenten* (Erzeuger), *Konsumenten* (Verbraucher) und *Destruenten* (Zersetzer) sind also auf vielfältige Weise voneinander abhängig.

Für das Leben der Moostiere ist die Frische und die Anzahl der Moosblättchen von großer Bedeutung, aber auch das Vorkommen räuberischer Milben. Das Gedeihen der Moospflänzchen wird von der Dichte der Pflanzen fressenden Tiere beeinflusst. Lebensbedingungen, die auf die belebte Umwelt zurückzuführen sind, werden als *biotische Umweltfaktoren* (▶ s. Seite 149) bezeichnet.

Mit geeigneten Messinstrumenten kann man im Flaschengarten Luftfeuchte, Lichtintensität, Temperatur oder pH-Wert messen. Solche physikalischen Bedingungen werden als *abiotische Umweltfaktoren* (▶ s. Seite 149) bezeichnet. Verdunstung, Beschattung und Stoffwechsel der Moosgemeinschaft können die abiotischen Faktoren deutlich verändern, umgekehrt wirken sich veränderte abiotische Faktoren auf die biotischen Fak-

toren aus. Umweltfaktoren können sich also gegenseitig direkt oder indirekt beeinflussen und verändern.

Das Moos ist sowohl Lebensraum als auch Lebenspartner für die Moostiere. Biotop und Biozönose bilden ein nicht trennbares Wirkungsgefüge, das man als *Ökosystem* (▶ s. Seite 150) bezeichnet. In einem Ökosystem zirkulieren Stoffe und es finden Stoffumwandlungen statt. Viele Erkenntnisse, die sich an so einfachen Ökosystemen wie dem Flaschengarten gewinnen lassen, halten einer Überprüfung an komplexeren Systemen stand, andere müssen verfeinert werden. Der Flaschengarten kann daher bis zu einem gewissen Grad als *Modell* für andere Ökosysteme gelten.

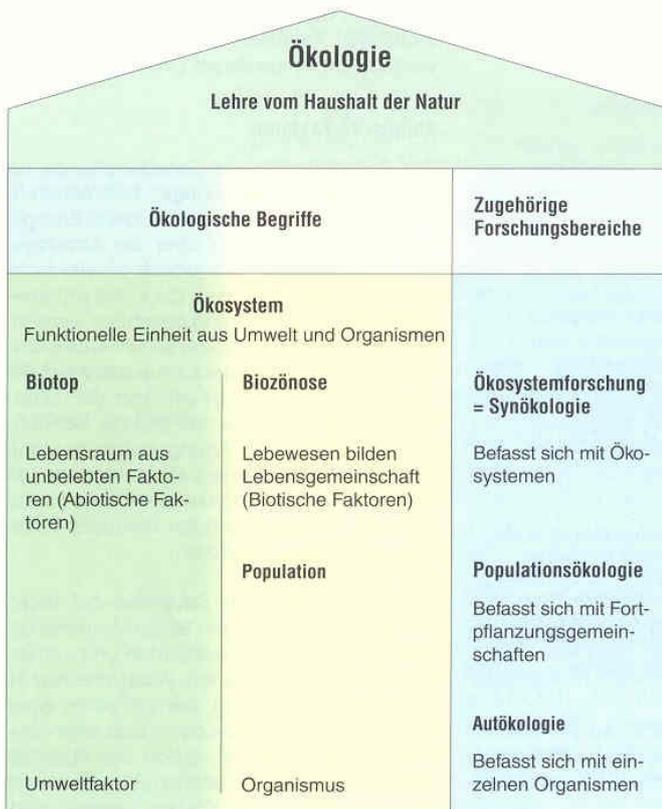
Die Ökosysteme auf der Erde sind ungeheuer vielfältig: Es gibt Meeresökosysteme, wie das Wattenmeer oder die Ostsee, Süßwasserökosysteme, wie Flüsse, Bäche und Seen, außerdem Landökosysteme, wie Wälder, Wiesen und Wüsten. Sogar die mit Eis bedeckten Regionen der Antarktis und der Arktis sind eigene Ökosysteme.

Die Gesamtheit der Ökosysteme der Erde bildet die *Biosphäre*. Viele Ökosysteme sind scheinbar deutlich voneinander abgegrenzt: Gewässer besitzen eine Uferlinie, Meere eine Küstenlinie. Diese Grenzen können aber von vielen Organismen überschritten werden. Libellen oder Eintagsfliegen verlassen als Erwachsene den Lebensraum der Larven, Meeresvögel ziehen weit landeinwärts. Für die Sonnenenergie und für Stoffe, bilden diese Grenzen wie Wasser oder Luft ohnehin keine Beschränkungen. Man bezeichnet Ökosysteme deshalb als *offene Systeme*.

Das Wissensgebiet der Ökologie kann man nach Organisationsebenen einteilen. So beschäftigt sich die Autökologie mit einzelnen Lebewesen, die Populationsökologie mit Organismengruppen und die Synökologie mit Ökosystemen.

### Aufgaben

- ① Stellt auch der Flaschengarten ein offenes Ökosystem dar? Erkläre ausführlich mit Fachbegriffen.
- ② Inwieweit sind die Konsumenten in einem Flaschengarten verzichtbar für das Gedeihen der Pflanzen?
- ③ Nenne Beispiele für die Umgestaltung eines Lebensraums durch seine eigenen Bewohner. Stelle die Folgen dar.



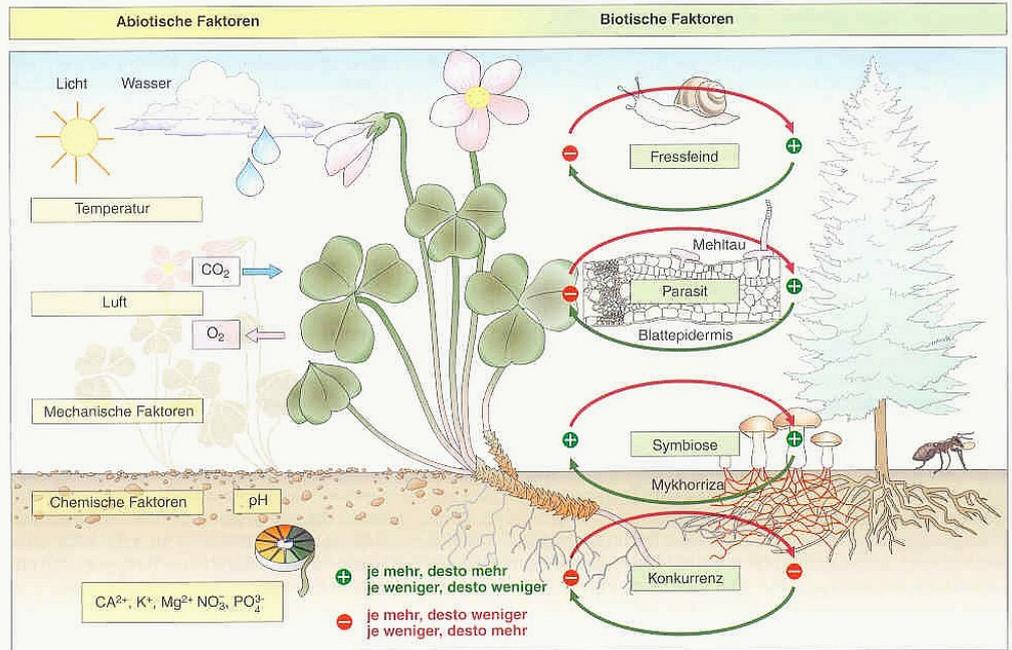


1 Wald-Sauerklee mit geschlossenen...

### Abiotische Faktoren

Der Sauerklee ist eine Schattenpflanze, so dass er bereits bei geringer *Lichteinstrahlung* über die Fotosynthese mehr Energie gewinnen kann, als er über die Atmungs Vorgänge verliert. Fällt jedoch zu viel Licht auf seine Blätter müssen die Fotosynthesefarbstoffe vor Zerstörung geschützt werden. Der Sauerklee klappt dann seine Fiederblättchen wie einen Regenschirm zusammen, die Blattfläche wird verkleinert und der Lichteinfall vermindert. Da bei starker Sonneneinstrahlung Austrocknungsgefahr besteht, kann der durch Transpiration entstehende Wasserverlust herabgesetzt werden, indem die spaltöffnungstragenden Blattunterseiten aneinander gelegt werden.

Im Winter klappt der Sauerklee bei tiefen *Temperaturen*, wenn der Boden gefroren ist, die Fiederblättchen nach unten und verhindert so das Austrocknen. Auch *chemische Faktoren* beeinflussen das Gedeihen einer Pflanze. Der Sauerklee bevorzugt eher saure Böden wie sie z.B. durch den Nadelfall in Fichtenwäldern entstehen. Nur wenn der Boden mit genügend *Wasser* versorgt wird,



1 Auf den Sauerklee einwirkende Umweltfaktoren

**Mykorrhiza**  
*mykes* (gr.) = Pilz  
*phiza* (gr.) = Wurzel

können aus dem Boden die gelösten, lebensnotwendigen *Mineralsalze* aufgenommen werden. Die Wurzeln müssen über Poren im Boden mit *Luft* versorgt werden, da die Mitochondrien der Wurzelzellen den Sauerstoff benötigen, um die Energie für ihre Lebensvorgänge bereitzustellen (Zellatmung). Bei starkem Wind oder Regen wirken *mechanische Kräfte* auf die zarten Blättchen ein, sie könnten leicht zerreißen. Der Sauerklee schützt sich gegen solche Einwirkungen, indem er ähnlich wie die bekannte Mimose bei Berührungsreizen die Fiederblättchen innerhalb von 1–3 Minuten zusammenklappt und dadurch die Blattfläche verkleinert.

### Biotische Faktoren

Um sich vor *Fressfeinden* zu schützen, lagert der Sauerklee giftige Oxalsäure und spitze Calciumoxalatkristalle in seine Blätter ein. Fressfeinde, wie z. B. Rehe oder Schnecken schätzen daher die sauren Blättchen nicht besonders. *Parasiten* (▶ s. S. 150) können den Sauerklee enorm schädigen. Beispiele sind die MehltauPilze, die in die Blattzellen eindringen und sich in den Blättern auf Kos-

ten des Wirtes vermehren. Unter *Symbiose* (▶ s. Seite 150) versteht man dagegen ein Zusammenleben zu gegenseitigem Nutzen. Ein Wurzelpilz tritt mit dem Wurzelsystem des Sauerklees in Kontakt. Der Pilz sorgt für ein verstärktes Angebot an Wasser und Mineralsalzen. Als Gegenleistung liefert die grüne Pflanze Fotosyntheseprodukte, z. B. Zucker. Diese Art der Zusammenarbeit bezeichnet man als *Mykorrhiza* (▶ s. S. 150).

Insekten wird Pollen und Nektar geboten, diese revanchieren sich, indem sie Pollen einer anderen Sauerkleepflanze auf die Narbe ablegen und so für Bestäubung sorgen. Ameisen verschleppen die Samen. Eiweißreiche „Anhängsel“ dienen ihnen als Nahrung. Da die Samen dadurch nicht beschädigt werden, sorgen sie für die Ausbreitung über größere Entfernungen.

Wachsen andere Pflanzen in der Nähe des Sauerklees entziehen sie dem Boden ebenfalls Mineralsalze. Sie sind somit *Konkurrenten*, die den Sauerklee überwachsen und damit von seinem Standort verdrängen können.