

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>A Einleitung</b>	<b>7</b>
1. Was ist Ökologie?	7
2. Was ist Umwelt?	9
<b>B Abhängigkeit der Lebewesen von abiotischen und biotischen Faktoren</b>	<b>12</b>
1. Abiotische Faktoren	12
1.1 Temperatur	12
1.1.1 Temperaturoptimum	12
1.1.2 RGT-Regel	14
1.1.3 Wechselwarme und gleichwarme Tiere	14
1.1.4 Auswirkungen der Temperatur auf körperliche Merkmale	15
1.1.5 Abhängigkeit der Photosynthese von der Temperatur	16
1.2 Licht	17
1.2.1 Dauer der Lichteinwirkung	17
1.2.2 Lichtintensität	18
1.2.3 Qualität des Lichts	19
1.3 Wasser	19
1.3.1 Wasserhaushalt der Pflanzen	20
1.3.2 Wasserhaushalt der Tiere	22
1.4 Weitere abiotische Faktoren	24
2. Biotische Faktoren	24
2.1 Zwischenartliche (interspezifische) Konkurrenz	24
2.2 Parasitismus	28
2.3 Symbiose	31
2.4 Schwierigkeit der Abgrenzung Parasitismus/Symbiose	33
3. Zusammenfassung	35
<b>C Eigenschaften natürlicher Populationen</b>	<b>38</b>
1. Populationswachstum	38
2. Regelung der Populationsdichte	42
3. Räuber–Beute–Beziehung	45
4. Zusammenfassung	50
<b>D Ökosysteme</b>	<b>52</b>
1. Was ist ein Ökosystem?	52
2. Der Stoffkreislauf	54
3. Energiefluss in Ökosystemen	56
4. Veränderung und Stabilität von Ökosystemen	59
5. Das Ökosystem See	62
5.1 Gliederung des Sees	63
5.2 Die Temperaturverhältnisse im See im Jahreslauf	64
5.3 Stoffkreislauf im See	68
5.4 Eutrophierung	70
6. Zusammenfassung	71

<b>E</b>	<b><i>Eingriffe des Menschen in Ökosysteme</i></b>	<b>74</b>
1.	Bevölkerungsentwicklung	74
2.	Gewässer	75
2.1	Die natürliche Selbstreinigungskraft von Gewässern	75
2.2	Beschleunigung der Eutrophierung	78
2.3	Abwasserreinigung in Kläranlagen	80
3.	Landwirtschaft	82
3.1	Kennzeichen von Monokulturen	82
3.2	Unkraut- und Schädlingsbekämpfung	84
3.2.1	Die chemische Schädlingsbekämpfung	85
3.2.2	Die biologische Schädlingsbekämpfung	88
3.2.3	Integrierter Pflanzenschutz	90
3.3	Nachwachsende Rohstoffe – eine neue Aufgabe für die Landwirtschaft	90
4.	Luft	92
5.	Zusammenfassung	95
<b>F</b>	<b><i>Umwelt und Naturschutz</i></b>	<b>98</b>
	<i>Quellen</i>	<b>100</b>
	<i>Literaturverzeichnis</i>	<b>101</b>
	<i>Lösungen zu den Aufgaben</i>	<b>103</b>
	<i>Glossar</i>	<b>111</b>
	<i>Register</i>	<b>115</b>

# A Einleitung

## 1. Was ist Ökologie?

Eine der atemberaubendsten Landschaften auf der Erde ist das Gebiet der Glacier Bay im Südosten Alaskas.



Abb. 1  
Glacier Bay

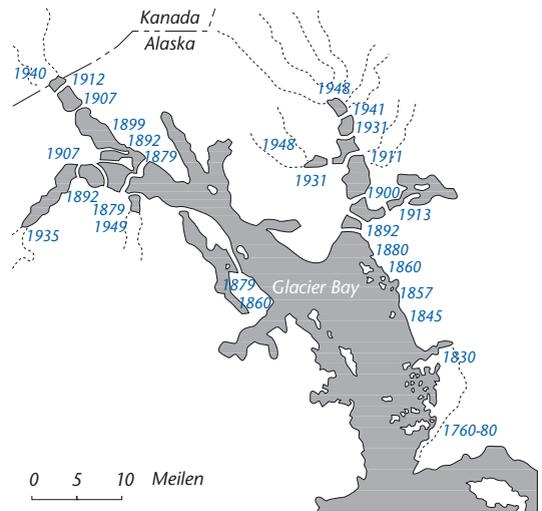


Abb. 2  
Eisrückzüge in der Glacier Bay von Alaska

Die ganze Bucht war im Jahre 1794 bei der Ankunft des britischen Forschers GEORGE VANCOUVER vollständig mit Eis bedeckt, sodass man nicht in sie hineinsegeln konnte. Seit jener Zeit sind die Gletscher in diesem Gebiet um etwa 70 Kilometer zurückgewi-

chen, und Schiffsausflüge in die fjordartige Landschaft gehören zu den Höhepunkten einer Alaskareise (vgl. Abb. 1 und 2). Wandert man vom Eisrand der Gletscher talabwärts, so erlebt man eine eindrucksvolle Veränderung der Landschaft:

### Originaltext

Den nackten Boden, auf dem wir standen, ... hatte vor weniger als einem Dutzend Jahren noch der Gletscher bedeckt. Jetzt war er freigelegt, doch auf Gestein und Schlick bemerkten wir keinerlei Pflanzenwuchs ... . Etwa 100 Meter vom Ufer entfernt, auf ebenem, kieseligem Boden, der vor ungefähr 20 Jahren noch vom Plateau Glacier bedeckt gewesen war, schlugen wir unser Lager auf.

Es gab hier mehr Leben, als ich mir vorgestellt hatte. In windgeschützten Senken, ... zwischen Steinen und Geröll wuchsen Pflanzen: grüne Moosflecken, Fasern von dunkelbraunem Schachtelhalm, gelegentlich ein Stengel des Zwergweidenröschens, das gerade knallrote Knospen ansetzte, Weidenbüsche, an den Boden gedrückt ..., kleine Pappeln und Erlen und selbst ein paar vereinzelte Fichten mit jungem Frühlingsgrün. Alle diese Pflanzen waren als Sporen oder Samen vom Wind hergeweht worden und hatten es geschafft, auf dem unfruchtbaren Boden zu gedeihen. ... Sie haben als Vorhut eine wichtige Rolle zu spielen, denn sie bereiten das Land für andere Neankömmlinge vor. Einige bieten Vögeln und Insekten ein Zuhause, und die Insekten ziehen ihrerseits noch mehr Vögel an. Irgendwann wird sich dann eine ganze Schar von Säugetieren einstellen – Wühl- und Spitzmäuse, Coyoten, Schneeziegen und Bären. ... .

Einen Spaziergang ... entfernt, kamen wir in ein Gebiet, das schon 10 Jahre früher ... vom Gletschereis befreit worden war ... . Auch bei oberflächlicher Betrachtung stachen Unterschiede ins Auge: Über die Erlen und Weiden ragten anmutige Pappeln empor, von denen einige so hoch waren, daß ein Weißkopfeeadler-Paar sein Nest darin gebaut hatte. ... . Von diesem Punkt an sahen wir in zunehmender Zahl Sitkafichten. ...

(DALE BROWN, Alaska, Auszüge aus Kap. 2)

Der Wanderer findet am Anfang noch sehr überschaubare Verhältnisse vor – nämlich nur blanken Felsen. Nach einer kurzen Wegstrecke kann er einige Pflanzenarten entdecken, über die er selbst als botanischer Laie noch gut einen Überblick bewahren kann. Mit zunehmender Entfernung vom Gletscherrand wird aber die Artenfülle aus Pflanzen und Tieren immer unübersichtlicher, die möglichen Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Organismen und ihrer Umwelt immer umfangreicher – die Zusammenhänge insgesamt sind nun sehr komplex.

Die Forschungsreisen von Zeitgenossen VANCOUVERS wie z.B. die Südamerikaexpedition A. VON HUMBOLDTS von 1799–1804 oder die fünfjährige Reise CHARLES DARWINS auf der „Beagle“ brachten zahlreiche neue wissenschaftliche Erkenntnisse. Die ganze Fülle der Wechselwirkungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt wurde nun bewusst erfasst.

1866 schlug E. HAECKEL erstmals den Begriff **Ökologie** für die Wissenschaft vor, die sich mit dem Haushalt der Natur („Oeconomie der Natur“) befasst.

### Definition

**Ökologie\*** ist die Wissenschaft, die sich mit den Wechselbeziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt befasst.

Die Ökologie wird in verschiedene Teilgebiete untergliedert:

Die **Autökologie\*** befasst sich mit den Umwelteinflüssen auf die Individuen einer Art.

Die **Demökologie\*** (**Populationsökologie\***) untersucht die Wechselbeziehungen zwischen artgleichen Lebewesen.

Die **Synökologie\*** beschäftigt sich mit den Beziehungen von verschiedenen Populationen untereinander.

Wie der Aufgabenbereich der Ökologie im Gesamtgefüge der Biologie abgegrenzt wird, zeigt Abbildung 3:

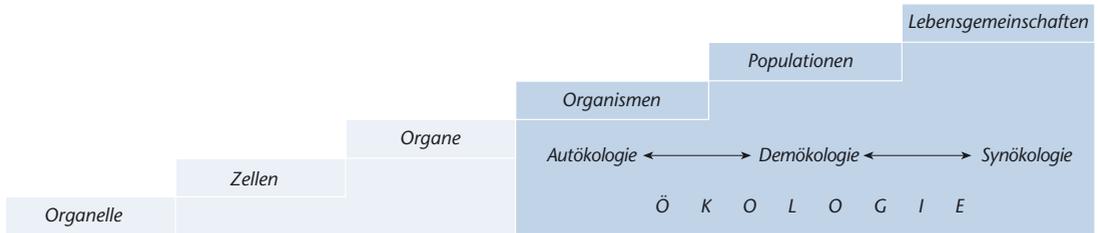


Abb. 3  
Überblick über die biologischen Organisationsstufen

## 2. Was ist Umwelt?

Der Begriff „Umwelt“ ist heutzutage in aller Munde. Allerorten stößt man auf Wortzusammensetzungen wie Umweltbelastung, Umweltberater, Umweltengel, Umwelterziehung, Umweltforschung, Umweltkonferenz, um nur eine kleine Auswahl zu nennen. Jedermann benützt das Wort, doch was bedeutet es eigentlich?

In die Naturwissenschaft wurde das Wort eingeführt durch JAKOB VON ÜEXKÜLL. Dieser bedeutende Biologe lieferte 1921 eine für das Leben der Tiere gültige Definition. Danach ist **Umwelt** der biologisch bedeutsame Ausschnitt aus der Umgebung, der sich aus Merkwelt und Wirkwelt zusammensetzt.

Zur **Merkwelt** gehören alle Eigenschaften und Bestandteile (Merkmale) der Umgebung, die ein Tier mit Hilfe seiner Sinnesorgane wahrnehmen (bemerken) kann. Die **Wirkwelt** ist die Gesamtheit der Umgebungsfaktoren, auf die ein Tier aktiv einwirkt. Ein und dieselbe Umgebung „liefert“ damit ganz unterschiedliche Umwelten – je nachdem, welches Tier sie wahrnimmt. Streift eine Katze über eine Wiese, so wird zu

ihrer Merkwelt und in diesem Fall auch Wirkwelt wohl die Maus gehören, während eine umherfliegende Biene ihre Umwelt vermutlich überwiegend aus den Blüten „aufbaut“ (vgl. Abb. 4).

Ähnliches gilt z.B. auch für eine Eule und eine Fledermaus, die sich zeitgleich in derselben Umgebung aufhalten. Während zur Merkwelt des Nachtgreifvogels Eindrücke beitragen, die seine guten Augen und sein ausgezeichnetes Gehör liefern, spielt für das Fledertier die Echo-Ortung die entscheidende Rolle. Während die Eule ihre Wirkwelt vor allem in kleinen Nagern auf dem Boden findet, fängt die Fledermaus hauptsächlich Insekten aus der Luft. Die beiden nachtaktiven Räuber halten sich zwar in derselben Umgebung auf, „konstruieren“ sich aber je ihre eigene Umwelt.

Die Tatsache, dass Schleiereulen nicht selten auch Fledermäuse aus der Luft heraus fangen, deutet schon an, dass alles noch komplizierter ist. Der Umweltbegriff VON ÜEXKÜLLS stellt sich als zu eng gefasst heraus. Er ist z.B. unbrauchbar, um die Umwelt von

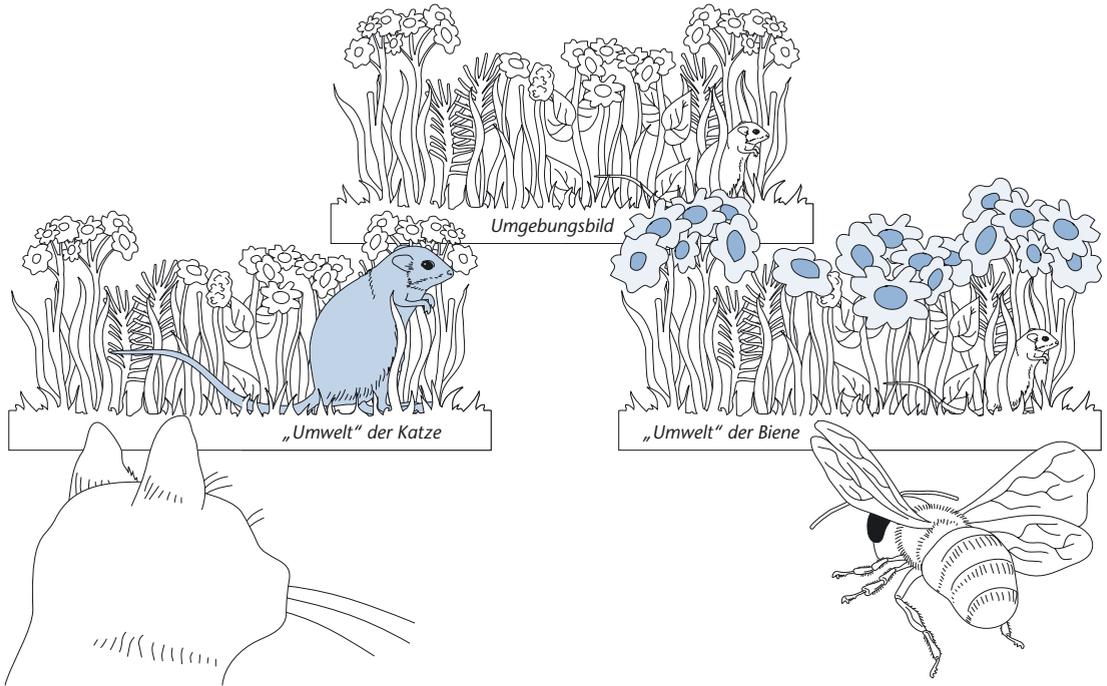


Abb. 4  
Gleiche Umgebung – verschiedene Umwelt

Pflanzen zu beschreiben. Wir können uns bei ihnen eine Merkwelt und Wirkwelt schwerlich vorstellen. Und er bezieht Dinge nicht ein, die aus der Umgebung entscheidend auf die Organismen einwirken, ohne direkt bemerkt zu werden oder eine Aktivität zu bewirken. So würde z.B. die Temperatur, von deren Höhe es abhängt, ob sich ein Engerling (Maikäferlarve) in drei oder vier Jahren zum ausgewachsenen Maikäfer entwickelt, nach ÜEXKÜLLS Definition gar nicht zu dessen Umwelt gehören.

Aus solchen Erwägungen heraus wurde die Definition von Umwelt erweitert. Dabei war es aber nicht möglich, eine Festlegung zu finden, die für alle Beziehungen gelten könnte, die zwischen Lebewesen und ihrer Umgebung bestehen können. Vielmehr gibt es

eine Abstufung – je nachdem, unter welchem Gesichtspunkt die Umwelt eines Organismus betrachtet wird.

Die **psychologische Umwelt** entspricht den Teilen der Umgebung, die ein Tier bemerkt und mit denen es in Beziehung tritt.

Die **minimale Umwelt** ist der Komplex der für eine Art lebensnotwendigen Faktoren.

Die **physiologische Umwelt** umfasst alle direkt aus der Umgebung einwirkenden Faktoren.

Die **ökologische Umwelt** besteht neben den direkten Einflüssen auch aus den indirekten Einflüssen der Außenwelt.

Die **kosmische Umwelt** ist die Gesamtheit der im Weltzusammenhang auf ein Lebewesen einwirkenden Faktoren.

**Aufgabe****A01**

Versuchen Sie, die folgenden Phänomene den fünf Definitionen zuzuordnen:

- a) Die Entwicklung von Blattläusen in Europa wird durch eine Trockenzeit im Frühjahr begünstigt. Die Trockenzeit ist abhängig von atmosphärischen Vorgängen in anderen Weltgegenden.
- b) Der Bestand an Weißbartgnus in der Serengeti wird durch die Zahl der Raubtiere beeinflusst.
- c) Der in den USA heimische Baumwollkapselkäfer wird u.a. von einem Raubinsekt gejagt, das seinerseits von 12 Parasiten befallen werden kann.
- d) Eichhörnchen benagen Nüsse.
- e) Der Rasen in Wimbledon muss regelmäßig bewässert werden.

Die bisher angeführten Beispiele zeigen schon, dass auf einen Organismus zahlreiche verschiedene Einflüsse einwirken. Üblicherweise werden diese Faktoren eingeteilt nach ihrer Art und Herkunft. Man unterscheidet

- **abiotische\* Faktoren** (stammen aus der unbelebten Umwelt) und
- **biotische\* Faktoren** (stammen aus der belebten Umwelt).

# Lösungen

## Teil A

---

- a) kosmische Umwelt
- b) physiologische Umwelt
- c) ökologische Umwelt
- d) psychologische Umwelt
- e) minimale Umwelt

**A01** Seite 11

## Teil B

---

Eidechsen gehören zu den wechselwarmen Tieren. Ihre Körpertemperatur schwankt mit der Umgebungstemperatur. Morgens ist die Temperatur viel niedriger als nachmittags. Die Körpertemperatur der Eidechse ist demnach nachmittags höher. Nach der RGT-Regel beschleunigen sich mit steigender Temperatur die physiologisch-chemischen Prozesse im Körper. Die „Nachmittagseidechse“ kann deshalb schneller reagieren und sich flinker bewegen als die „Vormittagseidechse“.

**B01** Seite 15

Würfel von 2 cm Kantenlänge:

$$\text{Oberfläche} = 2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 6 = 24 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen} = 2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Oberfläche/Volumen} = 24/8 = 3 \text{ (relative Oberfläche)}$$

**B02** Seite 16

Würfel von 4 cm Kantenlänge:

$$\text{Oberfläche} = 4 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} \cdot 6 = 96 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen} = 4 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} = 64 \text{ cm}^3$$

$$\text{Oberfläche/Volumen} = 96/64 = 1,5 \text{ (relative Oberfläche)}$$

Beides kann durch stundenweises Verdunkeln erreicht werden. Salat als Langtagpflanze bekommt dann nicht die zur Blütenbildung nötige Lichtmenge. Chrysanthemen als Kurztagpflanzen werden hingegen früher zum Blühen gebracht.

**B03** Seite 18

Im Fall der Blätter wird man Werte erhalten, aus denen sich ergibt, dass ihr Wasseranteil mehr als 90% beträgt. Im Fall der Pflanzensamen wird man hingegen auf einen Wasseranteil von etwas über 10% kommen.

**B04** Seite 19

In beiden Messzylindern haben die Wasserstände nach einem Tag abgenommen, dies allerdings unterschiedlich stark. Im Gefäß, in dem die blattreiche Pflanze steht, ist der Wasserspiegel deutlich niedriger. Je mehr Blätter vorhanden sind, desto mehr Wasser wird vom Spross angesaugt.

**B05** Seite 21