© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Die Berge — einzigartiges Versuchsfeld der Natur

Von *Walter Larcher,* Innsbruck

Warum bringt das Edelweiß, wenn wir es in unseren Gärten im Tal anpflanzen, nur struppige, grüngraue Blütenstände und keine weißwollenen Sterne hervor?

Warum leuchten im Bergsommer die Alpenmatten in satteren Farben als die Wiesen der Niederung?

Warum endet der Wald dort oben mit einer so scharfen Grenze, und warum kann diese oder jene Getreideart und Obstsorte in höheren Lagen nicht angepflanzt werden?

Wie stellen es die Blütenpflanzen, die in großen Höhen wachsen, überhaupt an, daß sie trotz der Ungunst des Klimas jedes Jahr wieder austreiben, blühen und fruchten?

Das alles sind Fragen, die dem Bergwanderer, der einen aufmerksamen Blick für die blühende Natur hat, auf Schritt und Tritt geradezu entgegenspringen. Diese und ähnliche Fragen sucht die Pflanzenphysiologie, vor allem aber die Pflanzenökologie zu klären.

Ökologie, die Wissenschaft vom Haushalt der Natur

Die Ökologie ist ein Zweig der biologischen Wissenschaft, von dem früher in der Öffentlichkeit recht wenig zu hören war, ein ziemlich neuer Zweig der alten Wissenschaft von den Lebewesen, der heute stark im Kommen ist.

Was ist Ökologie?

Ökologie ist die Wissenschaft von den Leistungen und vom Verhalten der Lebewesen in ihrem Lebensraum, von ihren Beziehungen zueinander und zu ihrer Umwelt, von den Ansprüchen der Organismen an ihre Umwelt und von der Beanspruchung der Organismen durch diese Umwelt. Ökologie ist die Wissenschaft vom fein abgestimmten Gleichgewicht in der Natur, vom Haushalt der Natur.

Der Mensch ist da nicht ausgenommen, auch seine Lebensweise wird von seiner — belebten und unbelebten — Umwelt bestimmt. Gerade diese Erkenntnis hat der Ökologie in letzter Zeit starken Aufschwung verschafft. Denn in seiner Nahrungsbeschaffung ist der Mensch auf Gedeih und Verderb der belebten Umwelt ausgeliefert; die Sorge um die *Sicherung der Ernährung* einer rapid heranwachsenden Erdbevölkerung ist eng verknüpft mit der Frage nach den *Produktionsmöglichkeiten* der Pflanzendecke und des

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Tierbestandes unserer Erde, und damit ist wieder eng gekoppelt die Frage nach den Grenzen der Ausnützbarkeit des uns zur Verfügung stehenden *Raumes*. Mehr Menschen brauchen nicht nur mehr Nahrung, sie brauchen auch mehr Platz, einerseits für die Beschaffung der Nahrung und andererseits um darauf zu wohnen, Platz, der scheinbar nur durch immer weiteres Vordringen der Zivilisationswüsten und des Kulturlandes in bisher vom Menschen und seinen Haustieren ungestört gelassene Landschaften gewonnen werden kann.

Wir beginnen allmählich zu erkennen, daß es höchste Zeit ist, mit unserem Lebensraum und mit allem, was uns die Natur bietet, sorgsam hauszuhalten. Zweifellos die *wichtigste Gegenwartsaufgabe der Ökologie* ist, soviel als möglich Grundlagenwissen zu erarbeiten, um zunächst einmal das von Mensch und Vieh bereits beherrschte Kulturland besser, das heißt biologisch richtig und zugleich intensiver verwerten zu können, damit die noch übrigen Naturlandschaften geschont bleiben. Der Weg zur besseren Ausnützung des Kulturlandes führt über die Forschung auf dem Gebiet der Landwirtschafts- und Forstwissenschaften, der Agrikulturchemie und Bodenkunde, der Tierernährungslehre und Tierzucht ebenso wie über verbesserte Verfahrenstechnik und, vor allem, über die Verbreitung gründlicher Kenntnisse über die Möglichkeiten, die die Wissenschaft heute der landwirtschaftlichen Praxis erschlossen hat. Fortschritt und Erfolg aller dieser angewandten Wissensrichtungen kann beträchtlich gefördert werden durch die Anwendung der Erfahrungen und Erkenntnisse der Ökologie.

Die ökologische Forschung ist in den letzten Jahren aber auch für den Wissenschaftler reizvoller geworden, und zwar deshalb, weil ihm dank der stürmischen Entwicklung der Physik, Chemie und Instrumententechnik endlich *Methoden und Möglichkeiten* in die Hand gegeben sind, die die außerordentlich schwierige Analyse vielfältiger Wechselwirkungen zwischen den Organismen und ihrem Lebensraum nunmehr eher möglich machen.

Eines der methodisch zugänglichsten Teilprobleme der Pflanzenökologie ist die Frage nach den *Beziehungen zwischen der Pflanze und ihrem Standort*)*. Zwei verschiedene Arbeitsrichtungen der Ökologie beschäftigen sich mit dieser Frage:

Die geobotanische Ökologie, die vor allem den Einfluß des Standortes auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände in einem bestimmten Gebiet untersucht. Die wichtigste Methode der geobotanischen Ökologie ist die *Vegetationskartierung* im Verein mit standortskundlichen Beobachtungen und neuerdings auch mit Messungen oder Registrierungen.

Eine zweite Richtung innerhalb der Pflanzenökologie ist die physiologische Ökologie. Sie stellt die Pflanze, aus methodischen Gründen seltener eine Pflanzengemeinschaft, in den Mittelpunkt ihrer stets *experimentellen Untersuchungen* und fragt nach der Wirksamkeit der einzelnen Standortsfaktoren z. B. der Temperatur, der Strahlung, der Luft- und Bodenfeuchtigkeit, chemischer Bodenfaktoren usw. auf *Leben und*

*) Unter „Standort" versteht der Ökologe die Gesamtheit aller Umweltfaktoren, die auf eine Pflanze oder Pflanzengemeinschaft, dort, wo sie wächst, einwirken. Die Stelle, auf der die Pflanze vorkommt, nennt man ihren Wuchsplatz oder ihren *Fundort*.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Leistung der untersuchten Pflanzenarten. Endziel physiologisch-ökologischer Forschung ist die Synthese der einzelnen, analytisch gewonnenen Daten zu einem Ganzheitsbild des Verhaltens der untersuchten Pflanzenart auf ihrem Standort.

Naturgemäß kommt der geobotanisch arbeitende Ökologe schneller zu einer Überschau über die komplexe Wirkung der Gesamtheit der Standortsfaktoren auf Pflanzenleben und *Pflanzenverbreitung*, der physiologisch arbeitende Ökologe indessen zu einer Erklärung und Begründung des Einflusses einzelner bestimmter Faktoren auf das *Gedeihen der Pflanze*. Beide Richtungen ergänzen einander und die schönsten Ergebnisse sind stets durch enge Zusammenarbeit von Vertretern beider Richtungen zu erzielen.

Der Berg als ökologisches Versuchsgelände

Am fruchtbarsten ist ökologische Arbeit dort, wo große *Unterschiede* in den Standortsbedingungen und infolgedessen auch in Pflanzenbestand und Vegetationsform auftreten. Gerade das ist nun im Gebirge der Fall. Nirgends anderswo finden wir auf verhältnismäßig engem Raum einen so deutlichen Wechsel im Pflanzenkleid wie im Gebirge, wo vom Tal bis in die höchsten Regionen hinauf eine ganze Serie bezeichnender Vegetationsstufen sich aufbaut. Dieser Höhenstufenfolge in der Vegetation liegt ein ebenso gesetzmäßiger Wandel der Standortsverhältnisse mit dem Höhersteigen zugrunde. Bis zur Waldgrenze ändern sich die Umweltbedingungen nur gleitend und langsam mit zunehmender Höhe. Kaum aber kommt man aus dem Bereich des Waldes hinaus in den Kampfgürtel und dann in die alpine Stufe, so wechseln die klimatischen Bedingungen und damit auch die Pflanzengemeinschaften auf engstem, allerengstem Raum, sozusagen von Schritt zu Schritt. Der Berg drängt auf kleinste Distanz Standortstypen zusammen, die in der Ebene durch Hunderte, vielleicht sogar viele Hunderte von Kilometern getrennt liegen würden.

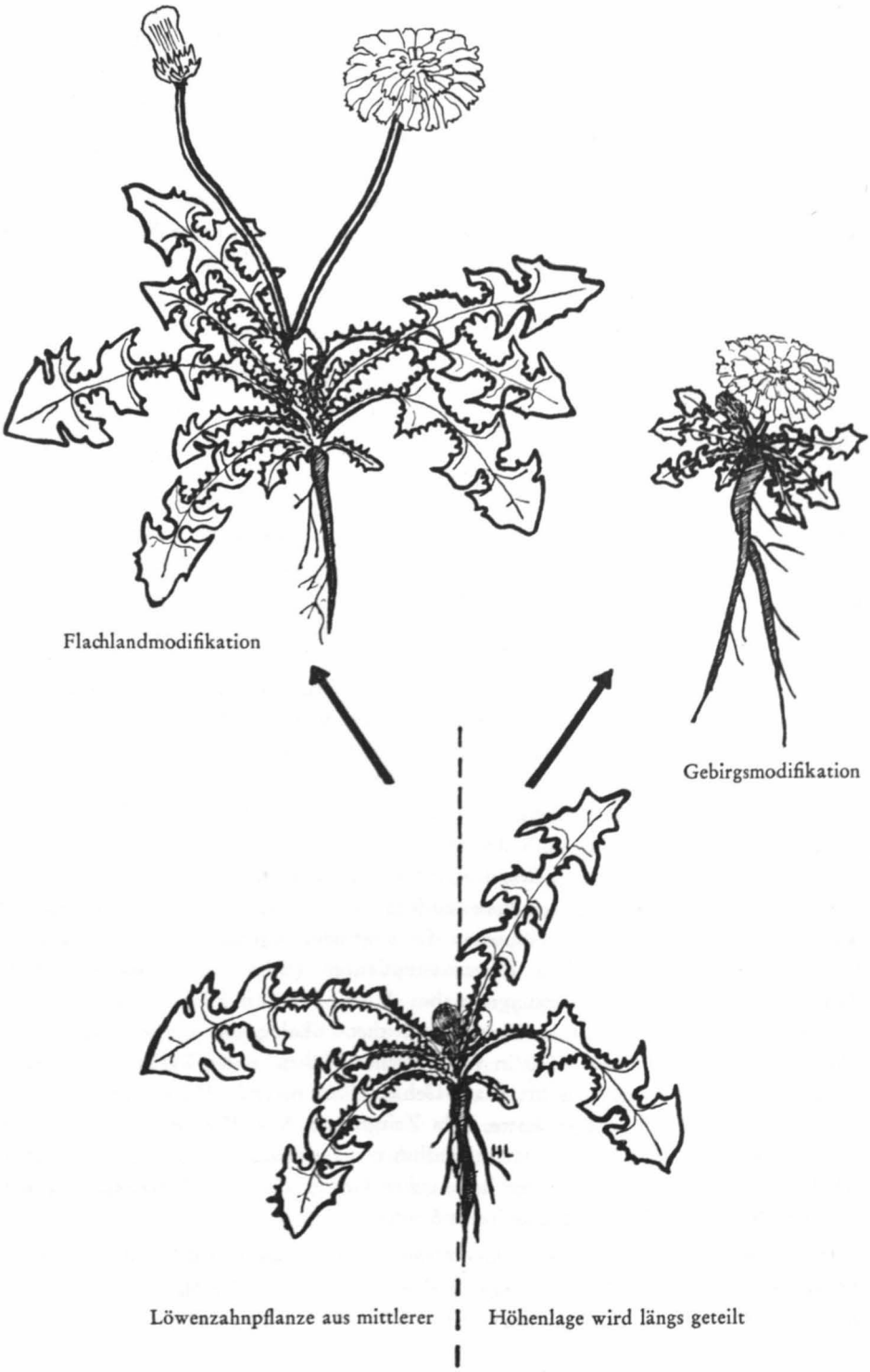
So können wir uns kein besseres Versuchsfeld suchen als die Berge!

Versuchsfeld sind die Berge zunächst in dem Sinn, als sie für die Pflanzen eines bestimmten Gebietes ein mit zunehmender Meereshöhe immer engermaschiges *Selektionssieb* werden: Mit der Höhe verändern sich Klima und Bodenfaktoren fortschreitend, und zwar in einer für die meisten Pflanzen ungünstigen Weise. Immer mehr Pflanzen können unter den immer lebensfeindlicheren Bedingungen, wie sie vor allem im Hochgebirge auftreten, nicht mehr gedeihen. Besonders die *kürzer werdende Vegetationszeit* sortiert aus dem Pflanzenbestand eines Gebietes jene Arten aus, die nicht in der Lage sind, den kurzen, für den Ablauf des Vegetationszyklus zur Verfügung

---

Der berühmt gewordene Löwenzahnversuch G. Bonniers: Pflanzenstöcke, die in mittlerer Meereshöhe gewachsen waren, wurden geteilt. Die Teilstücke setzte Bonnier in gleichem Boden aber in verschiedener Höhenlage wieder aus; in der Niederung wuchsen sie zur bekannten Form mit großen Blättern und langgestielten Blütenköpfen heran, im Gebirge hingegen bildeten sich gedrungene Formen mit kleineren, dafür fleischigeren Blättern und bedeutend vergrößerten unterirdischen Teilen aus. Die Blütenköpfe der in der Höhe der Waldgrenze kultivierten Stöcke hatten zwar normale Größe, waren aber ganz kurz gestielt und erschienen, verglichen mit dem sonst zwergigen Habitus der Pflanze, vergrößert. Diese Beobachtung machte Bonnier noch an vielen anderen Blütenpflanzen. (Zeichnung in Anlehnung an Bonniers Darstellung).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at



Flachlandmodifikation

Gebirgsmodifikation

Löwenzahnpflanze aus mittlerer Höhenlage wird längs geteilt

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

stehenden Zeitraum, intensiv auszunützen für Stoffproduktion und Produktion ihrer Nachkommen. So ist ab einer bestimmten Meereshöhe Baumwuchs nicht mehr möglich. Im Hochgebirge schließlich werden auch die niederwüchsigen krautigen Blütenpflanzen immer seltener, bis auf den höchsten Gipfeln nur mehr Moose und Flechten dahinvegetieren — ein Leben ohne Blumen an den Existenzgrenzen des Pflanzenlebens in Kälte und Eis. *Die Berge sind also ein permanenter Versuch* zur Frage: „Einfluß der Vegetations- und Produktionsdauer auf Wachstum und Pflanzenentwicklung". Sie sind ein permanenter Versuch zur Frage nach der Resistenz der Pflanzen gegen Kälte und Wind, gegen Frosttrocknis und Schneedruck und auch gegen übermäßige Strahlung.

Pflanzenökologische Forschung im Gebirge

Die ersten ökologischen Erfahrungen an Gebirgspflanzen waren *Beobachtungen* von bergsteigenden Botanikern mit einem ausgeprägten Sinn für die Umweltbezogenheit der Pflanzen. Mit der Beschreibung und Erforschung der Alpenflora, die in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts durch Konrad Gessner (1555 Besteigung des Pilatus bei Luzern), Aretius, Fabritius und Clusius eingeleitet wurde, begann auch gleich schon das Interesse an ökologischen Fragen. Bis es dann zu gezielten Untersuchungen zur Klärung des Einflusses der Umwelt auf das Leben der Gebirgspflanzen kam, mußten noch weitere 200 Jahre vergehen. Zwar hatte schon anfangs des 19. Jahrhunderts Alexander v. Humboldt im Zusammenhang mit seiner Isothermenkarte der Erde darauf hingewiesen, daß dem gesetzmäßigen Wechsel der Vegetation mit zunehmender Meereshöhe ebenso eine gesetzmäßige Temperaturabnahme zugrundeliegen müßte wie dem Wechsel des Pflanzenkleides auf dem Weg zum Nord- und Südpol, doch erst im letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts kam es zu messenden und experimentellen Untersuchungen an Pflanzen im Gebirge. Vor allem handelte es sich dabei um messende Beobachtung des Wachstums und der Ausgestaltung der einzelnen Organe, insbesondere auch der unterirdischen Organe von Blütenpflanzen, die einerseits auf ihrem natürlichen Standort für die Untersuchungen entnommen, andererseits zur Feststellung des Höheneinflusses auch in höheren und tieferen Lagen angepflanzt worden waren. Aus dieser Zeit stammen die allgemein bekannt gewordenen Versuche G. Bonniers mit geteilten Löwenzahnpflanzen (siehe die Abbildung). Sogar Atmungs- und Assimilationsmessungen nahm Bonnier an Pflanzen vor, die er — in voller Kenntnis des eminenten Wertes vergleichend ökologischer Betrachtungsweise — zur Akklimatisierung längere Zeit in verschiedenen Höhen in den Pyrenäen (in 740 m, 1500 m und 2400 m) und im Mt.-Blanc-Gebiet (1060 m und 2300 m) und außerdem noch in Paris (32 m) gezogen hatte. Sein Zeitgenosse A. v. Kerner richtete einen Versuchsgarten auf dem Blaser (2200 m) südlich von Innsbruck ein und kultivierte parallel dazu Alpenpflanzen im Wiener Botanischen Garten als Versuchsmaterial für seine hauptsächlich anatomisch-morphologischen Studien.

Die große Zeit der *experimentellen Gebirgsökologie* setzte bald nach dem Ersten Weltkrieg ein. Jetzt wurden die Berge zu einem Versuchsfeld der Natur in einem zweiten Sinn: Sie wurden Arbeitsstätte des Ökophysiologen. Diese For-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

schungsperiode begann damit, daß vorerst die physiologische Analyse noch im Laboratorium erfolgte und das Experiment — so wie seinerzeit — vor allem in der Anzucht und Entnahme der Versuchspflanzen in verschiedener Meereshöhe bestand. So gelang es Marguerite Henrici, Unterschiede in der Kohlensäureassimilation verschieden höhenangepaßter Pflanzen aus 2450 m (Muottas Muraigl), aus 1710 m (Samaden) und aus 276 m (Basel) zu erkennen. Damals lag schon das gewaltige publizistische Werk C. Schröters über das Pflanzenleben der Alpen vor, das durch seine (geobotanisch) ökologische Einstellung den experimentell arbeitenden Pflanzenökologen, bis in die heutige Zeit, zur Anregung, zum Ansporn und zur wertvollen Hilfe wurde.

In den Dreißigerjahren endlich *zogen die Wissenschaftler zur Pflanze auf den Berg hinauf,* nachdem es ihnen gelungen war, ihre Meßinstrumente transportfähig zu bauen. Pioniere der Gebirgsökologie jener Tage waren in den Alpen A. Pisek und E. Cartellieri, die auf den Bergen um Innsbruck Wasserhaushalt und Kohlensäureassimilation einer Reihe von Gebirgs- und Hochgebirgspflanzen feststellten und Grundlegendes über das Leistungsvermögen dieser Pflanzen erfahren konnten. E. Cartellieri war es auch, der als erster eine Kohlenstoffbilanz für Pflanzen der nivalen Stufe berechnete und nachweisen konnte, daß Rhizomstauden wie Gletscherhahnenfuß und Petersbart in rund 2500 m Meereshöhe nur etwa einen schneefreien und nicht zu kalten Monat im Sommer benötigen, um den Kohlenstoff für den Aufbau ihrer oberirdischen Teile zu erwerben. Pioniere, die um die gleiche Zeit im Pamir arbeiteten waren W. A. Blagowestschenski, der in Höhen zwischen 3700 m und 4500 m, und O. V. Zalensky, der sogar in 6000 m Höhe unter großen Schwierigkeiten experimentell-ökologische Messungen ausführte.

Heute forschen Experimentalökologen mit modernster Ausrüstung in vielen Gebirgen der Erde: In den amerikanischen Felsengebirgen, im Bergland Kaliforniens und in den Appalachen so wie auf den japanischen Bergen, im Pamir ebenso wie in den Alpen — den Tiroler und Schweizer Alpen und in den Pyrenäen.

Weitaus die meisten Messungen im Gebirge wurden und werden im Bereich der Waldgrenze oder knapp darüber ausgeführt. Im Hochgebirge, also *in der nivalen Stufe,* wurde bisher nur sehr wenig ökophysiologisch gearbeitet. So hat es sich das Innsbrucker *Institut für Allgemeine Botanik* in Zusammenarbeit mit der *Alpinen Forschungsstelle Obergurgl der Universität Innsbruck* zur Aufgabe gemacht, stärker in diesen Bereich vorzudringen. Vor einigen Jahren hat ein Mitarbeiter dieses Instituts, Dr. Walter Moser, an Blütenpflanzen aus über 3000 m Meereshöhe, die er ins Laboratorium brachte, das charakteristische Resistenz- und Assimilationsverhalten untersucht. Diese Laboratoriumsversuche waren die unumgängliche Vorbereitung für ein langfristiges Forschungsprogramm im Hochgebirge selbst. Dieses Forschungsprogramm konnte im Sommer 1966 mit der Errichtung eines Stützpunktes in über 3000 m Höhe im Gebiet der Hochstubaihütte (Ötztaler Masse) eingeleitet werden. Dort wird es möglich sein, auch anspruchsvolle Instrumente aufzustellen und sie für ganzjährige Registrierung wichtiger Faktoren des Standortklimas und außerdem zur Messung des Stoffwechsels und der Stoffproduktion in dieser Meereshöhe wachsender Blütenpflanzen

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

einzusetzen. Dort werden auch in den nächsten Jahren Wissenschaftler den Sommer unter unwirtlichen Bedingungen verbringen müssen, unter Expeditionsbedingungen. Denn: *Experimentelle Arbeit im Hochgebirge ist immer einer Expedition gleich* — ein mühevolles, gefahrvolles Unternehmen!

Diese Mühe indes bringt ihren Lohn.

Nirgends besser als an den Grenzen ihrer Existenzmöglichkeit zeigt die Pflanze — wie jedes andere Lebewesen auch — das volle Ausmaß ihres Leistungs- und Anpassungsvermögens.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: 32_1967

Autor(en)/Author(s): Larcher Walter

Artikel/Article: Die Bergeeinzigartiges Versuchsfeld der Natur 94-100