

Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde.	Band 11	S. 95–100	Obergurgl Innsbruck, Juli 1970
---------------------------------------	---------	-----------	-----------------------------------

AUFGABEN UND MÖGLICHKEITEN ÖKOPHYSIOLOGISCHER FORSCHUNG IM GEBIRGE

von

W. LARCHER*

Z u s a m m e n f a s s u n g : Gebirgslandschaften stellen dank ihrer einzigartigen Reichhaltigkeit an Ökotopein ein besonders gut geeignetes Arbeitsgebiet für die experimentelle Ökologie dar. Auf Ergebnissen der deskriptiv-synoptischen Ökologie und der vergleichenden Geobotanik aufbauend, vermögen umsichtig geplante und kritisch ausgewertete ökophysiologische Untersuchungen im Gebirge exakte Unterlagen zur Aufklärung kausaler Funktionszusammenhänge in der Beziehung zwischen Pflanzenleben und Umwelt bereitzustellen. Die Ökophysiologie ist heute durchaus in der Lage, verlässliche Informationen über das Resistenzverhalten, das Leistungsvermögen und die Leistungsgrenzen bestimmter Pflanzen sowie über die Art, die Wirksamkeit und die Wirkungsweise determinierender Standortfaktoren zu liefern.

Am fruchtbarsten ist ökologische Arbeit dort, wo auf engem Raum große Unterschiede in den Standortbedingungen und infolgedessen auch in der Zusammensetzung der Pflanzendecke auftreten. Im besonderen Maße ist das im Gebirge der Fall, wo von den Talniederungen bis in die höchsten Regionen hinauf eine Serie bezeichnender Vegetationsstufen sich aufbaut. Dieser Höhenstufenfolge in der Vegetation liegt ein gesetzmäßiger Wandel der Standortverhältnisse mit dem Höhersteigen zugrunde. Bis zur Waldgrenze ändern sich die Umweltbedingungen nur langsam mit zunehmender Höhe. Kaum aber kommt man aus dem Bereich des Waldes in die alpine Stufe, so wechseln die klimatischen Bedingungen und damit die Pflanzengemeinschaften auf engstem Raum. Der Berg stellt für die Pflanzen ein mit zunehmender Meereshöhe immer engermaschiges Selektionssieb dar. Mit der Höhe verändern sich Klima und Bodenfaktoren in einer für die meisten Pflanzen ungünstigen Weise. 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 stehenden Zeitraum für ausgiebige Stoffproduktion und die Heranbildung ihrer Nachkommen intensiv auszunützen.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Walter LARCHER, Botanisches Institut Innsbruck, A – 6020 Innsbruck, Sternwartestraße 15, Österreich.

Gebirgspflanzen sind also einem permanenten Naturexperiment unterworfen, das jede einzelne Art auf ihre Fähigkeit zum Fortbestand testet.

Die **geobotanische Ökologie** wertet dieses Naturexperiment seit langem schon unter Anwendung **deskriptiv-synoptischer** Methodik erfolgreich aus. Unser Wissen über Standortsansprüche der Gebirgspflanzen beruht fast ausschließlich auf standortkundlich-geobotanischen Beobachtungen.

Die **kausalanalytische Gebirgsökologie** steht dagegen – obwohl sie auf mehr als hundertjährige Tradition zurückblickt – erst in ihren Anfängen. Sowohl die physiologische als auch die in den letzten Jahren aufkommende theoretische Ökologie dürfen sich aus der Arbeit im Gebirge größte Impulse erwarten: Mit zunehmender Exponiertheit der Biotope gewinnen ganz bestimmte klimatische und edaphische Faktoren dominierenden Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen, und die ökophysiologische Verhaltensamplitude der einzelnen Arten wird immer weniger, stellenweise überhaupt nicht mehr, durch gegenseitige Konkurrenz beeinflußt.

Die **Aufgaben der ökophysiologischen** Forschung im Gebirge bestehen hauptsächlich darin, den Einfluß der Standortfaktoren, insbesondere der klimatischen, auf Pflanzenleben und Pflanzenverbreitung exakt und umfassend zu analysieren. Dabei müssen

- resistenzökologische Studien die Überlebenschancen der Pflanzen abgrenzen und begründen,
- produktivitätsökologische Messungen den Kohlenstoffhaushalt und die Energiebilanz als die Ernährungsgrundlage der Pflanzen erfassen,
- reproduktionsökologische Beobachtungen und Versuche die Gegebenheiten der Fortpflanzung und Verbreitung unter den ungünstigen Verhältnissen im Gebirge aufklären.

Die **theoretische Ökologie** (als Teilgebiet der kausalanalytischen Ökologie) bemüht sich, aufbauend auf den Erkenntnissen der deskriptiv-synoptischen Forschungsrichtung und unter wechselseitigem Informationsfluß zur messenden Standortkunde und zur experimentellen Ökologie die gewonnenen Erkenntnisse aller Disziplinen zu Wirkungskettenmodellen des Gesamthaushaltes bezeichnender Ökosysteme zu verknüpfen. Konkurrenzfrei wachsende Pflanzen auf Hochgebirgsstandorten lassen Kausalzusammenhänge zwischen Pflanzenleben und Umwelt leichter erkennen als Pflanzen im Bestand, Gebirgsökosysteme sind daher heuristisch besonders wertvoll.

Jegliche experimentelle ökologische Arbeit ist nun leider mit außergewöhnlich großem zeitlichem, personellem und apparativem Aufwand verbunden. Es werden Präzisionsinstrumente zur Messung und Aufzeichnung mikrometeorologischer Größen und zur quantitativen Erfassung der Lebensvorgänge in den Pflanzen benötigt, die empfindlichen Geräte müssen sicher untergebracht und mit Energie versorgt werden, sie bedürfen ständiger Beaufsichtigung und Wartung, und die in enormen Mengen anfallenden Daten müssen in Absolutwerte umgerechnet und zueinander in Beziehung gebracht werden. Unter Gebirgs- und Hochgebirgsbedingungen wachsen und vervielfachen sich die technisch-methodischen Schwierigkeiten und Hindernisse, so besonders das Transportproblem, die Instrumentensicherung und die Energieversorgung. Dafür bietet der krasse Wechsel der Umwelt im Gebirge Vorzüge, die in dieser Einzigartigkeit nur hier zu finden sind.

So erhebt sich – vor allem im Hinblick auf die verhältnismäßig einfachere und viel schneller zielführende Arbeitsweise des geobotanischen Ökologen – die Frage, unter welchen Umständen und in welchem Umfang experimentell ökologische Intensivforschung im Gebirge gerechtfertigt bzw. notwendig erscheint. Auch wenn man den Standpunkt vertreten wollte, jede Forschung auf Neuland sei wertvoll und daher gerechtfertigt, ist doch zu bedenken, daß uns nicht beliebig viel Zeit und beliebig hohe Mittel zur Verfügung stehen. Dies zwingt dazu, experimentell ökologische Forschungsprojekte besonders umsichtig und langfristig zu planen und ständig am Erkenntnisfortschritt und an den Wünschen und Bedürfnissen der Nachbardisziplinen zu orientieren. Dies zwingt auch dazu, die Möglichkeiten und Grenzen ökophysiologischen Arbeitens genau zu kennen, um rationell vorzugehen.

Ich halte es derzeit für günstig, ökophysiologische Untersuchungen auf einzelne Pflanzenarten und definierte Standortstypen zu beschränken und Laboratoriumsversuche mit den Messungen im Freiland zu verbinden.

Laboratoriumsversuche ergeben verhältnismäßig schnell eine große Zahl gut reproduzierbarer Daten über das physiologische Verhalten der Pflanzen unter verschiedensten Umweltbedingungen, wobei die interessierenden Außenfaktoren einzeln oder gruppenweise beliebig variiert werden können. Im Laboratorium gewonnene Werte dürfen nun nicht ohne weiteres auf Freilandverhältnisse übertragen werden, sie müssen durch Messungen an Pflanzen auf ihrem natürlichen Standort verifiziert oder korrigiert werden. Das soll nicht heißen, daß Laboratoriumswerte unzuverlässig seien, sie wurden aber unter Bedingungen gewonnen, die eine Reihe leistungsbestimmender Umstände (gewisse Bodeneinflüsse, Nachwirkung vorausgegangener Witterung u.a.) außer acht lassen mußten. Messungen am Standort ergeben unmittelbar anwendbare Werte, sie sind aber sehr viel zeitraubender und kostspieliger als Laboratoriumsbestimmungen; es ist daher notwendig, sie unter Anwendung vorhandener Vorkenntnisse örtlich und zeitlich gezielt vorzunehmen.

Die solcherart auf zweierlei Weise gewonnenen Ergebnisse lassen bei vorausschauender Versuchsplanung, ausreichend statistischer Sicherung der Befunde und Zurückhaltung bei der Anwendung zuverlässige Aussagen darüber zu,

- ob, wie sehr, auf welche Weise und zu welcher Zeit bestimmte Standortsfaktoren für die betreffenden Pflanzen im Bereich ihres natürlichen Vorkommens verhaltensbestimmend und verbreitungsbeschränkend sein mögen,
- welche spezifischen Ansprüche verschiedene Pflanzenarten an die einzelnen Standortsfaktoren stellen, wie sie jeweils der Wirkung ungünstiger Umwelteinflüsse ausweichen oder sich auf sie einstellen und wie gut sie an die am häufigsten in ihrem Lebensraum auftretenden Faktorenkombinationen angepaßt sind.

Es sind also nur Teilaspekte der komplexen Beziehung zwischen den Gebirgspflanzen und ihrer Umwelt, in die sich Einblick gewinnen läßt. Allzu oft müssen vordringliche Fragen offen bleiben, und die Versuchung ist daher groß, vorschnell aufgrund von Einzelbeobachtungen auf Kausalzusammenhänge zu schließen. Davor kann nicht genug gewarnt werden. Vieles, was auf den ersten Blick als Ursache und Wirkung erscheint ist tatsächlich nur Nebeneinander oder Nacheinander. Immer wieder präsentiert die Natur – besonders im Gebirge – Lösungen, die unseren Vorstellungen und Vorurteilen widersprechen, nicht zuletzt auch deshalb, weil ebenso wie im Falle der Gestaltskonver-

genz auch funktionell dasselbe Ziel auf verschiedenen Wegen erreichbar ist. Gerade diese Erfahrung unterstreicht die Notwendigkeit und bezeichnet den bevorzugten Einsatzbereich der ökophysiologischen Forschung innerhalb der Gebirgsökologie: Nur die fundierte Kenntnis kausaler Funktionszusammenhänge, und seien es noch so kleine Ausschnitte des vielfältigen Geschehens, bewahrt den Geobotaniker vor Fehlurteilen bei der Verallgemeinerung seiner Beobachtungen.

Der Experimentalökologe seinerseits wird sich bei der Auswahl geeigneter oder bevorzugt zu untersuchender Pflanzenarten und Biotope gern vom synoptisch vorgehenden Ökologen und Geobotaniker beraten lassen. Dieser kennt durch vergleichende Betrachtung jene Kleinstandorte und die für sie charakteristischen Pflanzen, die die vorherrschende Wirksamkeit eines bestimmten Umweltfaktors am ehesten erkennen lassen oder die auf eine Grenzsituation hinweisen.

Keine Landschaftsform der Erde bietet dem Ökologen reizvollere Möglichkeiten als die Gebirge mit ihrer Vielzahl verschiedenster Ökosysteme auf kurze Distanz. Die vordringliche Aufgabe der ökologischen Forschung in Gebirgsländern wird sein, unter Berücksichtigung der Eigenart, des Leistungsschwerpunktes und der Aussagegrenzen jeder einzelner ihrer Richtungen das reiche Angebot an Problemen rationell zu bearbeiten.

Literaturverzeichnis (Auswahl)

1. Über Ergebnisse experimentell-ökologischer Arbeiten im Gebirge referierende Literatur:

- BILLINGS, W. D. & MOONEY, H. A. (1968): The ecology of arctic and alpine plants. – *Biol. Reviews*, **43**: 481–530.
- PISEK, A. (1960): Pflanzen der Arktis und des Hochgebirges – In: W. RUHLAND (ed.): *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, **5/2**: 375–414; Springer, Heidelberg.
- TJURINA, M. M. (1962): O fiziologičeskich osobennostjach rastenii Pamira. – *Trudy bot. Inst. Dushanbe*, **18**: 335–352.
- TRANQUILLINI, W. (1964): The physiology of plants at high altitudes. – *Ann. Review Plant Physiol.*, **15**: 345–362.
- ZALENSKII, O. V. (1963): Maksimalnaja potenzialnaja intensivnost fotosinteza rastenii Pamira i drugich klimatičeskich oblastei. – *Trudy Pamirskoi biol. Stantsii*, **1**: 54–60.

2. Übersichten über ökophysiologische Arbeitsmethoden und Programme:

- LARCHER, W. (1968): Die Temperaturresistenz als Konstitutionsmerkmal der Pflanzen. – *Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, Tagungsber.*, **100**: 7–20.
- LARCHER, W. (1969): Physiological approaches to the measurement of photosynthesis in relation to dry matter production by trees. – *Photosynthetica*, **3**: 150–166.
- MILNER, C. & HUGHES, R. E. (ed.) (1968): Methods for the measurement of the primary production of grassland. – *IBP Handbook No. 6*; Blackwell, Oxford.
- SESTAK, Z. & CATSKY, J. (ed.) (1966): *Metody studia fotosyntheticke producke rostlin.* – Academia, Praha.
- SLAVIK, B. (ed.) (1965): *Metody studia vodniho provožu rostlin.* – Academia, Praha.
- VOZNESENSKII, V. L., ZALENSKII, O. V. & SEMICHATOVA, O. A. (1965): *Metody issledovanija fotosinteza i dychanija rastenii.* – Nauka, Moskva.
- WALTER, H. & KREB, K. (1970): Die Hydratation und Hydratur des Protoplasmas der Pflanzen und ihre öko-physiologische Bedeutung. – *Protoplasmatologia II C 6*; Springer, Wien.

R i a s s u n t o : **Compiti e possibilita' della ricerca fitosociologica in montagna.**

Il paesaggio alpino offre un ambiente di lavoro particolarmente adatto alle ricerche di ecologia sperimentale, grazie alla sua eccezionale ricchezza di ecotopi diversi.

Basandosi sui risultati dell'ecologia descrittivo-sinottica e della geobotanica comparata attraverso ricerche ecofisiologiche accuratamente controllate e criticamente valutate, è possibile definire basi esatte per l'indagine dei rapporti causali fra vita vegetale ed ambiente. L'ecofisiologia è oggi senz'altro in grado di fornire informazioni attendibili sulla resistenza, sulle possibilità ed i limiti di produzione di determinate piante, nonché sulle specie, l'efficacia ed il modo di azione dei fattori ambientali determinanti.

S a d r Ź a j : **Zadaci i mogućnosti ekofizijoloških istraživanja u gorama:**

Gorske pokrajine predstavljaju zbog svoga jedinstvenog bogatstva s ekotopima naročito ugodno radno područje za eksperimentalnu ekologiju. Gradeći na rezultatima deskriptivno-sinoptične ekologije i uporedne geobotanike mogu sustavno planirana i kritički ovrijednotena ekofizijološka istraživanja u gorama dati točnu osnovu za objasnjenje uzročnih funkcionalnih veza u odnosu između biljnog svijeta i okolja. Ekofizijologija je danas posvema u stanju dati pouzdane podatke o rezistanci, proizvodnoj sposobnosti i granicama sposobnosti izvjesnih biljaka kao i o vrsti, efikasnosti i načinu djelovanja mjerodavnih stanišnih faktora.

P o v z e t e k : **Naloga in možnosti ekofizioloških raziskav v gorovju:**

Gorske pokrajine predstavljajo zaradi svojega edinstvenega bogatstva z ekotopi posebno primerno delovno področje za eksperimentalno ekologijo. Gradeč na rezultatih deskriptivno-sinotične ekologije in primerjalne geobotanike zmorejo premišljeno načrtovane in kritično ovrednotene ekofiziološke raziskave v gorovju podati točno podlago za pojasnitev vzročnih funkcionalnih povezav v odnosu med rastlinstvom in okoljem. Današnja ekofiziologija je povsem sposobna dati zanesljive podatke o rezistenci, zmogljivosti in mejah zmogljivosti določenih rastlin kot tudi o vrsti, učinkovitosti in načinu učinkovanja določujočih rastiščnih faktorjev.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Ostalpin-Dinarischen pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 1970

Band/Volume: [11_1970](#)

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

Artikel/Article: [Aufgaben und Möglichkeiten ökophysiologischer Forschung im Gebirge 95-99](#)