

Aufgabe und Aufbau angewandter Ökologie

Von Helmut Friedel

Oft haben in unserer Geistesgeschichte bedeutende Erkenntnisschritte erst lange Zeit danach ihre nutzbringende Bedeutung sichtbar werden lassen. Oft haben aber ebenso umgekehrt praktische Zeiterfordernisse von großer Dringlichkeit sogleich auch neue, rein theoretisch tiefreichende Erkenntnisse herbeigezwungen, die sich ebenso für den gesuchten, praktischen Fortschritt als Voraussetzung erwiesen haben. Zwischen reiner und angewandter Wissenschaft erfolgt also keineswegs nur einseitige, sondern auch wechselseitige Beförderung.

Man darf gewiß nicht einfach hergehen und erklären, Erkenntnis sei ihres praktischen Nutzens wegen da. Sehr wohl aber darf man behaupten, daß zweckgerichtete Erhebungen für die Grundlagenforschung wichtigstes Feld der Bewährung seien. Freilich denken wir beim Begriff angewandter Wissenschaft vor allem an Weiterbildung jener Technik, deren tieferer Sinn gerade in unserer heutigen Zeit überstürzter technischer Entwicklung oft genug bezweifelt wird. Sie sei es ja, welche die natürliche Basis unseres zivilisierten Daseins so zwanghaft und so bedenklich ver schmälert. Andererseits müßten es aber eben auch Techniken sein, welche diese Schäden im Kultur-Natur-Gleichgewicht wieder beheben sollen. Unsere Hoffnung, Wege der Abhilfe zu finden, kann sich auch wieder nur an die angewandte Wissenschaft knüpfen. Die dringende Zeitforderung, Schäden an Geländen und Gewässern unseres Lebensraumes zu sanieren, ergeht notwendigermaßen vorzüglich an die ökologische Wissenschaft. Wie muß sich dieselbe weiterentwickeln, wenn sie diese immer dringlicher werdende Bewährung erfahren soll? Sie möge hier kurz daraufhin in Augenschein genommen werden, auf daß ein kleiner Beitrag zu solcher praktischer Zielsetzung geliefert werde.

Nehmen wir an, unsere Erde befände sich noch in einem Naturzustand, welcher menschenverursachte Störungen nur in unbedeutendem Maße aufzuweisen hätte. Unter solchen Umständen wäre es weit leichter, über ihre lebendigen Besiedler genaue Aussagen zu machen hinsichtlich der ihnen zukommenden natürlichen Angepaßtheit an ihre jeweilige Umwelt. Es wäre m. a. W. leichter, ihre Ökologie zu erschließen und darzustellen. Man könnte sie relativ leicht allein schon dadurch erfassen und formulieren, daß man von den Organismen angibt, wie ihre besonderen Lebensräume auf der Erdoberfläche beschaffen sind. Je weiter dagegen Gelände und Gewässer vom Zustand der Naturbelassenheit entfernt sind, desto mehr läuft unser Anliegen, die umweltliche Besonderheit der Arten aus ihren räumlichen Verteilungen zu ergründen, darauf hinaus, diesen Urzustand erst wieder theoretisch zu rekonstruieren.

Das eben Gesagte gilt jedoch nur mit Einschränkungen. Einerseits gibt es ja auch sehr verschiedene Weisen und Grade, wie sich Organismen auf naturverändernde Einwirkungen des

siedelnden und wirtschaftenden Menschen anpassen oder wie sie an diese angepaßt worden sind. Andererseits wäre es auch in naturbelassener Landschaft nicht einfach so, daß sich die Arten schon ihren größtmöglichen Raum erobert hätten und in diesem wiederum alle jene Lebensorte, welche ihnen nach Anpassungs- und Konkurrenzkraft zukommen würden. Außerdem ist zu bedenken, daß ähnlich wie der Mensch auch die übrige Lebenswelt ihren Lebensraum nicht etwa bloß einnimmt, ihn vielmehr zugleich selber in seinen Eigenschaften sehr verschieden weitgehend abzuändern vermag.

Darum ist es wichtig festzustellen, daß man an ökologische Fragestellungen nicht nur vom besetzten Raum her, also von der Chorologie aus herankommt, sondern auch von den besonderen Lebensleistungen her, von der Physiologie aus. Das biologische Wissenschaftsbereich der Chorologie behandelt die verschiedenartigen Organismen in ihrem Vorkommen und Nicht-Vorkommen, einschließlich ihres Mitsammen- und Nicht-Mitsammenvorkommens, allgemein gesagt, in ihrer Anordnung im Raum. Somit werden von der Chorologie einerseits der Aufbau von Organismengesellschaften aus ihren Einzelgliedern, andererseits alle die gesetzlichen Raumanordnungen (von Einzelarten und ihren Vergesellschaftungen) zum Forschungsgegenstand gemacht. Dabei handelt es sich nicht nur um ihre gegen außenhin abgrenzbaren Gesamtbereiche auf der Erdoberfläche, ihre Areale, sondern ebenso um deren feinere innere Struktur, also um alle ihre gesetzlichen Geländepositionen, Biotope, auch innerhalb der Areale.

Wenn wir nun diese biologischen Tatsachen der Raumverteilung damit in ursächliche Beziehung setzen, wie sich die besiedelten Erdräume in ihren Eigenschaften (physikalisch, chemisch usw.) abwandeln, so betreten wir von der bloß erst Tatsachen beschreibenden Chorologie her den Ursachen eruiierenden Problemkreis der Ökologie. Damit haben wir jedoch, wie gesagt, nur erst den einen Zugang zu dieser Wissenschaft von den kausalen Wechselbeziehungen zwischen Leben und Umwelt genannt. Wir können Organismen und Organismenvereine auch in anderer Weise ökologisch untersuchen und kennzeichnen. Statt von ihren verschiedenen räumlichen Verteilungsweisen können wir auch von ihrer Physiologie ausgehen, also von ihren verschiedenen Lebensleistungen, und von diesen aus weiterforschen. In welcher Weise werden die verschiedenen Lebensfunktionen (Wachstum, Stoffwechsel usw.) durch Abwandlung unterschiedlicher Umweltfaktoren bestimmt? Der besagten chorologisch arbeitenden Ökologie, die älter und üblicher ist, steht so die jüngere, physiologisch vorgehende zur Seite. Methodisch wird man erstere (wenigstens nach ihrer Zielsetzung) als eine kartierende Ökologie von letzterer als einer vor allem experimentierenden unterscheiden.

Ökologie der Landschaft und Ökologie der Besiedler

Angewandte Ökologie behandelt nicht einfach die pflanzliche und tierische Landbesiedlung, wie sie an Ort und Stelle gerade anzutreffen ist. Sie will dieselbe vielmehr in einem günstigen Sinne verändern. Es soll erst erreicht werden, daß das Gelände in seiner Belebung ursprünglichen Naturverhältnissen möglichst wieder gleichwertig wird. Dieses Forschungsstreben kann daher seine Schlüsse für die geplanten Neu- und Wiederbesiedlungen und die dazu nötigen Einzelmaßnahmen auch nicht einfach nur aus dem zu ändernden Besiedlungszustand selber ziehen, der bisher an Ort und Stelle vorhanden war. Es muß seine Erkenntnisse auch von dorthier holen, wo die neu in Betracht gezogenen Besiedler ihre ökologischen Ansprüche noch bestens vorzuführen vermögen. Unsere Zweckforschung muß also ihre vielerlei wissenschaftlichen Unterlagen aus räumlich getrennten Bereichen zusammenholen. Darüber hinaus ist immer auch zu berücksichtigen, daß bei einschlägigen Maßnahmen künstliche Eingriffe vorgenommen werden, welche in der Natur selber nicht vorkommen und welche zunächst die verwickeltsten Nebenwirkungen haben können. Je weiter-

gehend eine Landschaft in ihren natürlichen Grundlagen gestört ist, je dringender sie also nach möglicher Sanierung ihrer Naturschäden verlangt, desto notwendiger werden die genannten Unterscheidungen sein, desto mehr werden voneinander getrennt hier bestandesaufnehmende und dort versucheanstellende, hier also mehr chorologische und dort mehr physiologische Ökologie zu betätigen, trotzdem aber beide sinnvoll aufeinander abzustimmen sein.

Wir wollen dies am Beispiel einer ökologischen Zweckforschung näher ausführen, an welcher der Verfasser seit Jahren mitgearbeitet hat. Ihre Aufgabe besteht darin, verlässliche wissenschaftliche Unterlagen dafür beizubringen, wie man in jener bedrohlichen Entwaldungszone wieder Wald aufbringen könnte, welche fast durchgehend, wenngleich sehr verschieden breit, sich oberhalb einer subalpinen Restwaldzone entlang der Waldgrenze hinzieht. Der Wald ist hier unter Umsturz natürlicher Vegetationsverhältnisse teils durch Weide und Mahd, teils durch Heide und Krummholz, teils durch Schutt- und Felsfluren ersetzt.

Gerade in dieser Höhenstufe, wo dem Land die ausgleichende Wirkung des Waldes entzogen ist, sind je nach Lage größte Unterschiede der Standortverhältnisse entstanden, welche waldbaulich auch entsprechend verschieden behandelt werden müssen. Die Forschung hat hier also die ausgesprochen praktisch-ökologische Aufgabe, es zu ermöglichen, daß geeignet ausgeschiedenen, räumlich richtig umgrenzten und anderswo identisch wiedererkannten Standortstypen geeignet abgestimmte forstliche Behandlungstypen hinsichtlich Forstpflanzenauswahl und Pflanzweise (inklusive Starthilfen und Schutzvorkehrungen) exakt zugeordnet werden können. Das Problem, die waldbaulichen Vorgangsweisen nach Umweltunterschieden zu differenzieren, gibt es in tieferen Lagen natürlich ebenfalls. Es gerade in der subalpinen Höhenstufe anzugreifen, wird sich aber aus zwei Gründen besonders verlohnen:

1. Weil die Boden- und Klimaschäden, sowie Lawinen und Wildwasser und ihre Erosionsfolgen bis tief in das Tal herunter wirken, Störungen der Wasser- und Geschiebebilanz der Flüsse sogar bis weit ins Alpenvorland hinaus, und weil gerade an seiner Obergrenze der einmal angeschlagene Wald durch die Naturgewalten auch selbsttätig weiter zurückgedrängt wird, sodaß Waldrückgang aus Gründen des Landschaftsschutzes zuallererst in diesen Hochlagen bekämpft werden muß.

2. Weil sich im oberen Grenzbereich des Baumwuchses, sobald die ausgleichende Sekundärwirkung des Waldes entfällt (bei entsprechender Reliefsituation), standörtliche Unterschiede derart vermehren, verschärfen und auf kleinstem Raum zusammendrängen, wie sie sich im niedrigeren Flachland nur erst über ganze kleinere Geozonen hin voneinander abheben. Ganz allgemein von forstwirtschaftlicher Bedeutung, unentbehrlich aber speziell für die Hochlagen, würden sich gerade hier am leichtesten Methoden finden lassen, durch welche wir mit größerer Sicherheit instandgesetzt werden, auf umweltliche Unterschiede waldbaulich richtig zu reagieren. Dazu liegen nämlich die Forschungsbedingungen u. a. deshalb besonders günstig, weil es da schon auf relativ kleinem Untersuchungsgebiete möglich wird.

Innerhalb unseres engeren Problemraumes, nämlich der subalpinen Entwaldungszone, müssen im Rahmen unserer praktisch-ökologischen Zweckforschung zweierlei Untersuchungen vorgenommen werden:

1. Dorthin zuallererst, wo forstlicher Jungwuchs noch nicht seine standorts-ändernden, vornehmlich ausgleichenden Wirkungen auszuüben begonnen hat, muß die erste Aufgabenhälfte verlegt werden, eben diese Standortsverhältnisse

Bodenausbildungen,
Vegetationseigenheiten,
Kleinklimabedingungen

im Gelände aufzunehmen und zu analysieren.

2. Ganz anderswo, nämlich an spontanem, angepflanztem und auch an laboratorischem Jungwuchs muß die andere Aufgabenhälfte bewältigt werden,

das Funktionieren der Pflanzweisen,
die Lebensleistungen der Holzarten,
sekundäre Umweltänderungen durch den Aufwuchs

in Erfahrung zu bringen und auf Einzelursachen hin zu studieren.

Die Untersuchungen erster Art sind gerade die chorologisch gerichteten Aufgaben der Leben-Umwelt-Forschung, jene zweiter Art die physiologisch gerichteten. Beide können also im allgemeinen nicht in Einem vorgenommen werden, sie werden vielmehr meistens raum-zeitlich voneinander getrennt durchzuführen sein. Daraus ergibt sich die wichtigste Forderung für unser Ziel, optimale Zusammenordnung von lebens-tangierender Umwelt und forstlicher Maßnahme zustandezubringen: Die chorologischen und die experimentellen Forschungen müssen so ausgeführt werden, daß sie streng aufeinander beziehbar bleiben.

Was wir an unserem waldbaulichen Beispiel abgeleitet haben, gilt aber allgemein für Forschungen praktisch-ökologischer Zielsetzung. Gerade in allen jenen Fällen, wo geländesteuernde ökologische Maßnahmen dringlich werden, fallen ja Verbreitung und Angepaßtheit nicht zusammen. Dort dagegen, wo man die volle Wechselbeziehung Umwelt/Leben in Einem erfassen kann, stehen Gelände und Besiedlung ohnedies in Harmonie, bedarf es keiner an- und umsiedelnden Eingriffe.

Was genauer ist es nun eigentlich, das hier durch die chorologisch gerichtete und das dort durch die physiologisch gerichtete Leben-Umwelt-Forschung erfaßt und zueinander in Bezug gesetzt werden soll? Wir können es schon hier ziemlich eindeutig formulieren: Wir müssen die Standortseigenheiten genau so zu fassen bekommen, wie sie gerade für das Gedeihen der geplanten Ansiedler entscheidend sind, und wir müssen die Ansiedlereigenheiten gerade so kennzeichnen, wie sie auf jene Standortseigenheiten reagieren. Zur Sanierung von Gelände-Besiedlungs-Disharmonien, zumal wenn die Gelände vielfältigen und verschärften Umweltwechsel aufweisen, benötigen wir m. a. W.

einerseits die ökologischen Funktionen der Standorte für die Pflanzarten,
andererseits die ökologischen Reaktionen der Pflanzarten auf die Standorte.

Wir dürfen uns hier erlauben, folgende Prognose zu geben: So vollkommen es gelingen wird, den formulierten Forderungen gerecht zu werden, so sehr wird Ökologie in dem Sinne exakte Grundlagen-Wissenschaft einer Ökotechnik werden, wie Physik und Chemie die unbestrittenen Grundlagen der konstruierenden und bauenden Technik seit Langem schon sind.

Am schärfsten müssen unsere Unterscheidungen eingehalten werden, wo es sich wie in unserem speziellen Falle, um baumartige, waldbildende Ansiedler handelt, weil Wald die stärstmöglichen umweltverändernden Sekundärwirkungen auf das Gelände ausübt. Darum ist gerade auch hier den Holzarten (vorwiegend der physiologisch-experimentellen Seite) der übrige Bewuchs als „Vegetation“ gegenüberzustellen (als Sache besonders der anderen Seite).

Im Einzelnen kann man voraussagen, daß auch schon auf der einen Seite ökologische Standortfunktionen für Holzarten nur dadurch hinreichend erforschbar sind, daß man ganzheitlich die vollen Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Boden und Kleinklima erfaßt. Ebenso darf man feststellen, daß man auf der anderen Seite die ökologischen Holzartenreaktionen auf die Standorte nur dadurch vollsichtig erhält, daß man Umwelteinflüsse und Umweltänderungen in natürlichen und forstlichen Jungwüchsen mit Ergebnissen von Laboratoriumsversuchen über lebendige Einzeltvorgänge in den Forstpflanzen allseitig vergleichend zusammenhält.

Die verwickelte Vielseitigkeit der Zusammenhänge, welche sowohl im standörtlichen, wie auch im waldbaulichen Teilbereich unserer Zweckforschung besteht, erlaubt weder hier noch dort Simplifizierungen. Wenn man auch bestrebt sein muß, die Forschungsergebnisse für den Praktiker möglichst zu schematisieren, so darf dies doch keineswegs bereits im Zuge echter Problemforschung geschehen. Leider ist in der Bearbeitung unseres Hochgebirgsproblems über künftige Waldrestauration auf beiden genannten Seiten unserer Arbeit je ein solches unzulängliches Generalrezept wirksam gewesen, das Forschungsergebnisse unwissenschaftlich vorwegnehmen und auf lähmende Weise im Voraus routinisieren sollte.

So wichtig selbstverständlich im Rahmen unserer Standorterkundung die Vegetation auch ist, teils weil sie wesentliche Umwelteigenschaften der Standorte anzeigt, teils weil sie Umwelteigenheiten an den Standorten auch selber bestimmt, so ist es doch weitaus zu eng, künftige Hochlagen-Aufforstungen allein auf die Vegetationsaussage zu gründen, noch dazu so, daß schon der Forstarbeiter selber damit etwas anfangen soll.

In vielen Fällen ist eine Vegetation noch gar nicht genügend entwickelt, in anderen ist sie mit dem anzuzeigenden Umweltverhältnissen nicht genügend im Gleichgewicht (z. B. zeigt der Unterwuchs erst jüngst entwaldeter Hänge eben nur vorhergehende Bewaldung an), in vielen weiteren Fällen wird vorzüglich ein einziger Entscheidungsfaktor angezeigt (z. B. besagt Bürstlingsrasen: Weideraubbau). Um alles, wonach der Forstmann in der subalpinen Entwaldungszone für seine Zwecke fragen muß, beantworten zu können, würde mindestens eine ökologische Analyse der gesamten Artenliste am jeweiligen Standort notwendig werden.

Das Bestreben, die praktischen Hinweise, welche aus den Vegetationsverhältnissen abgeleitet werden können, in ein Schema zu bringen, das für den Forstmann selber genügend einfach und genügend allgemein brauchbar wäre, so daß der botanische Fachmann überflüssig würde, muß als unzulänglich bezeichnet werden. Die einseitige Zielsetzung in der Standortforschung nach einem solchen Schema, „Ökogramm“ (AULITZKY) genannt, muß als ein vorwegnehmendes Generalrezept abgelehnt werden.

Nicht anders steht es auf der waldbaulich-experimentellen Seite unserer Forschungsaufgabe. Der eigentliche, zu untersuchende Gegenstand derselben heißt „Pflanzung am Pflanzort“. Daraus ergibt sich für jeden naturwissenschaftlich Gebildeten, daß zur Erforschung unseres Problemgegenstandes zuerst und vor allem ein weiträumiges Netz von wissenschaftlich systematisch ausgeführten Pflanzversuchen im Freien aufgestellt werden muß. Niemals kann ein Laboratorium von dieser empirischen Tatsachensammlung entheben.

Forschungslaboratorien können nicht als Natursurrogat, sondern nur zur Kausalanalyse von Naturtatsachen dienen. Ein „Klimahaus“ (AULITZKY) als Naturnachahmungs-maschinerie muß somit ebenfalls als ein verfehltes Generalrezept aufgefaßt werden, zugleich als Überforderung der Funktion von Laboratorien überhaupt. Die Kosten, die es in solcher Fehlauffassung bereitet, müssen zu denen aller übrigen nötigen Forschungseinrichtungen zusammengekommen in ein unannehmbares Mißverhältnis geraten. Ein Laboratorium kann nur einzelne Faktorenkomplexe *ceteris paribus* untersuchen, niemals aber den Standort in

Einem imitieren (z. B. Sonnenschein bei Sturm und Frost, überhaupt Schnee-, Boden- und Pflanzenbett-Umstände, Jahreslauf der Umweltveränderungen usw.). Dazu müßte ja die Erforschung und Aufgliederung der zu unterscheidenden biologischen Standortstypen bereits als abgeschlossen vorausgesetzt werden. Im übrigen ist weder gerade der Gasstoffwechsel (Kohlensäure-Assimilation und Atmung) Hauptsymptom des Gedeihens, noch die Holzartenwahl das Hauptproblem subalpiner Aufforstung. Es gibt ja nur ganz wenige Arten heimischer subalpiner Bäume, die noch dazu zum Teil voneinander ökologisch gar nicht so sehr verschieden sind.

Kartierende und experimentelle Klimaökologie

Zwischen der Vielfalt von Standortsfaktoren und der Vielfalt von Lebensreaktionen gibt es ohne Zweifel wechselseitige Kausalzusammenhänge, die noch vielfältiger sind. Unsere praktisch-ökologische Zielsetzung besteht darin, dieses Wechselspiel hinsichtlich eines bestimmten Geländes und einer Gruppe von Baumarten so zu durchschauen und hiebei das Wesentliche so herauszuheben, daß es auf bestmögliche, naturgerechteste Weise gelingen kann, die Wiederbesiedlung des Geländes mit diesen Baumarten durchzuführen. Besonders schwierig ist hiebei die Rücksicht auf klimatische Umstände. Was muß an der geländeaufnehmenden und was auf der versucheanstellenden Seite speziell in klimatologischer Hinsicht geschehen? Was vor allem besagt im besonderen klimaökologischen Sachbereich die begriffliche Unterscheidung von Standortsfunktion und Forstpflanzenreaktion?

Zwecks einfacher Ausdrucksmöglichkeit werden im Weiteren einige übliche Begriffsinhalte etwas abgeändert. Gemäß der klassischen Einteilung ökologischer Faktoren in edaphische, klimatische und biotische können wir die ökologischen Umstände in bezug auf die geplanten (und von den anderen Pflanzen abgehobenen) Ansiedler unterscheiden in vorwiegend bodenökologische, vorwiegend klimaökologische und vorwiegend vegetationsökologische (womit den Ansiedlern pflanzliche und tierische „Vegetation“ gegenübergestellt ist). Dabei muß für unsere Zwecke mit Grund auch der übliche Klimabegriff teils eingengt, besonders aber erweitert werden.

Wir bleiben mit unseren ökologischen Untersuchungen in der Ökosphäre, also in jenem geringen Abstand von der Erdoberfläche, sowohl oberhalb als auch unterhalb derselben, in der sich das Leben von Mensch, Tier und Pflanze zur Hauptsache vollzieht. Auch das Klima, das wir hier meinen, ist daher nicht etwa einfach jenes der Atmosphäre, sondern das der Ökosphäre. Damit ist der Begriff Klima zugleich von der bodennahen Luftschicht erweitert auf das der oberflächennahen Bodenschicht, ebenso wie auf das in der zeitweilig zwischen-gelagerten Schneeschicht. Es betrifft also zugleich drei stofflich und strukturell, daher auch klimatisch höchst verschiedene Medien. Da das Klima am stärksten gerade von der Bodenoberfläche her bestimmt wird, haben in Oberflächennähe die meisten klimatischen Faktoren außerordentlich viel stärkere Vertikalgefälle als weiter abseits derselben in Atmo- und Lithosphäre. Aus demselben Grunde haben wir nahe der Grenzfläche mit dem Wechsel ihrer Beschaffenheit (besonders ihrer Relieffiertheit) auch parallel der Erdoberfläche sehr viel stärkere Klimagradienten als weiter abseits von ihr, sodaß man wegen der parallel und vertikal geringen Raumausdehnung der verschiedenen klimatischen Zustände von einem Kleinklima spricht.

Klima stellt sich in Wetterzuständen dar, die auf statistischem Wege typisiert worden sind. Der an Ort und Stelle angetroffene Boden mit der darauf wachsenden Vegetation und die dort angepflanzten Holzarten in den für sie zubereiteten Pflanzbetten sind allesamt anschauliche Forschungsgegenstände. Klima dagegen ist ein Abstractum, bestehend aus umständlich vorgenommenen Abmessungen, die durch ihre statistische Behandlung für die betreffende Meßstelle den Charakter des Gesetzlichen, Typushaften erhalten. Man kann Klima durch unterschiedliche Art der Abmessung und Berechnung sehr verschieden abstrahieren, z. B. in

mehr elementaren, speziellen oder in mehr komplexen Faktoren. Man kann es so fassen, daß es physikalisch gut analysiert, aber auch so, daß es biologische Erscheinungen gut zu erklären vermag. Klima in dem letztgenannten Bezug, also Klima in Hinsicht auf organismische Besiedlung, das Bioklima, ist das spezielle Anliegen unserer Ökologie.

Wie können wir in subalpinen Lagen unserer Aufgabe bio- und mikroklimatisch gerecht werden? Es muß zuerst geklärt sein, wie die klimaökologischen Standortfunktionen im Gelände aufzunehmen sind, ehe wir festlegen können, was am besten unter zugehörigen Holzartenreaktionen verstanden werden soll. Dabei stellt sich heraus, daß wir gezwungen sein werden, besonders auf der klimatisch-standörtlichen Seite unserer Aufgabe zum Teil gänzlich neuartige Wege zu suchen, wenn es sich überhaupt verlohnen soll, für subalpine Waldrestauration eine eigene Forschungsstelle zu unterhalten. Anschließend werden auch auf der waldbaulich-experimentellen Seite entsprechende Folgerungen zu ziehen sein. In Bezug auf all dies sei hier aus dem Nachfolgenden vorweggenommen: Sicherlich wird die kleinklimatische Geländeforschung im Laufe der Jahrzehnte ihre theoretisch bedeutsamen Fortschritte machen. Damit sie sich aber in absehbarer Zeit für die Praxis von Wiederaufforstungen in der subalpinen Entwaldungszone durch hinreichend sichernde Unterlagen bewährt, muß sie erstens unweigerlich lernen, über Berggelände Kleinklima-Kartierungen vorzunehmen. Zweitens müssen diese Karten zugleich echte Bioklimakarten sein, die wirklich all das enthalten, was der Forstmann für seine waldbaulichen Zwecke über die lokale Ökosphäre wissen muß, so daß es auch möglich wird, richtig ausgeschiedenen Standortstypen auf experimentellem Wege die optimalen forstlichen Verfahren zuzuordnen.

Aus bisherigen Beobachtungstatsachen läßt sich, wie schon angedeutet, ersehen, daß unter sonst gleichen Umständen mit zunehmender Meereshöhe die kleinklimatischen Gegensätze im Gelände immer krasser werden. Wo die ausgleichende Wirkung der Bewaldung fehlt, wechselt mit sämtlichen Lageveränderungen im Bergrelief auch das Kleinklima in auffallender Weise. Die Unterschiede erreichen, wie gesagt, in der subalpinen Stufe bereits ungewöhnliche Ausmaße. Sie können hier im entwaldeten Bereich entlang Schichtlinien des Gehänges schon so groß und noch weitaus größer werden, als über gleiche Entfernung in der Fallinie. Im Klima erreichen in diesen Höhen Reliefeffekte bereits gleiche oder höhere Größenordnung als die Niveaufeffekte, was sich in gewissem Maße auch in Vegetation und Boden widerspiegelt.

Diese Gesetzmäßigkeiten müssen in einer Kleinklimakunde von Gebirgsländern, wenn man für diese Wissenschaft hinreichende Tatsachenerhebung sicherstellen will, ebenso tiefgehende Folgen haben, wie allgemein für die Klimakunde die Tatsache, daß unperiodische Witterungsänderungen im Vergleich zu periodischen von gleicher oder auch erhöhter Größenordnung sind. Der letztgenannte Umstand ist es bekanntlich, welcher die Klimatologie zu einer eminent statistischen Wissenschaft gemacht hat. Das entsprechende Verhältnis zwischen Relief- und Niveaufeffekten wiederum muß die Kleinklimakunde mindestens in Gebirgsländern zu einer eminent kartographischen machen.

Es sollte gelingen, die Ökosphäre in ihren klimatischen Eigenheiten kartographisch darzustellen, auf Kartenmaßstäben, wie sie den Horizontalgradienten all der einzelnen Kleinklimafaktoren Genüge leisten würden, ebenso wie es ja auch möglich ist, Vegetation und Bodentyp in gewünschten Maßstäben kartenmäßig aufzunehmen. Es wäre die Voraussetzung dafür, daß man die aufgenommenen Einzelfaktoren in ihrer räumlichen Variation zu echten, immer streng vergleichbaren Klimatypen zusammenzufügen vermöchte. Erst so ergäbe sich die Möglichkeit, für Vegetation und Boden nicht nur einzelne, besonders entscheidende klimatische Abhängigkeiten, sondern alle die wirksamen Schwellenwerte ihres Auftretens im Gebirgsgelände und damit auch erst ihren vollen ökologischen Aussagewert zu bestimmen. Erst über diese Zwischenstufen könnte man weiterhin zu jenen vollwertigen Standortstypen gelangen, denen sich optimale forstliche Behandlungstypen zuordnen ließen. Der kleinklimatische Teil dieses großartigen Wunschbildes ist aber bis heute noch niemanden auszuführen gelungen.

Obwohl von Reliefeffekten beherrscht, können die Klimaeigenheiten der Ökosphäre, welche den Gebirgskörper ummantelt, nicht einfach aus gegebener Reliefsituation unmittelbar hergeleitet werden. Gleich gerichtete und geneigte Hangflächen mögen auch noch aus gleichem Gestein bestehen und in gleicher Meereshöhe liegen, ja außerdem in derselben Weise besonnt und beschattet werden und zugleich in Luv oder Lee vorherrschender Winde liegen, sie können trotzdem kleinklimatisch gänzlich verschieden sein. Nicht nur je nach ihrer regionalen Lage (im kontinentalen und meridionalen Globalgefälle) ist dies anzunehmen, sondern auch je nach Binnen- oder Randlage in Konkav- oder Konvexformen im Großen und Kleinen des ganzen Gebirgssystems. Eine ernstzunehmende Kleinklima-Kartographie würden wir aber dann erst besitzen, wenn die in ihr umgrenzten Kleinklimaflächen einer und derselben Kartensignatur überall im Gebirge klimatisch dasselbe bedeuten würden.

Wenn wir uns nun aber überlegen, was nach heute üblichen Vorstellungen notwendig wäre, um zu Kleinklimakarten zu gelangen, so kommen wir zu dem bedauerlichen, aber unbezweifelbaren Ergebnis, daß sie für unsere Anforderungen heute noch nicht realisierbar sind. Vereinzelt speziellen Forschungsunternehmen mag es gelingen, Kleinklima über bescheidene Relief- und Faktorenbereiche zu mappieren. Damit ist aber noch lange kein Weg eröffnet, der für angewandt-ökologische Praxis von Fall zu Fall geeignet wäre. Kleinklimakartierung in letzterem Sinne mittels Methoden konventioneller Meteorologie erweisen sich als eine Utopie. Schon für einen einzigen Klimafaktor ist es praktisch kaum realisierbar.

Um allein jene Isolinien-Schar, welche auf der Kartenfläche die kontinuierliche, räumliche Variation eines Faktors (in seiner Konfiguration und seinem Absolutgefälle) zur Darstellung bringt, zu erhalten, bedarf es einer sehr bedeutenden Meßpunktdichte. Für regionale Klimakartierungen steht das durchorganisierte amtliche meteorologische Netz zur Verfügung, das sich schon allein wegen des Wetterdienstes lohnt, dem aber nichts in der Mikroklimatologie entspricht.

Keineswegs wird im allgemeinen ein klimaabhängig variierender Einzelablauf der Pflanzenphysiologie gerade von einem einzigen variablen Klimaelement der Standortsmeteorologie her bestimmt werden. Jede Lebensleistung, wie etwa Assimilation, Atmung, Zuwachs u. a., wird sich als von fast allen Außenfaktoren zugleich abhängig erweisen. Schon die bloßen Eigen-temperaturen des Pflanzenkörpers sind nicht etwa nur von Luft- und Bodentemperatur und die Eigenhydratur des Pflanzenkörpers von Luft- und Bodenfeuchte her allein geprägt. Es kommt überhaupt nicht so sehr auf das Nebeneinander von Außenelementen an, als vielmehr auf ihr ganz spezielles Miteinander. Die Schwierigkeit, Kleinklimakarten aufzunehmen, muß sich natürlich noch ungemein vergrößern, wenn dergestalt die lebentagierenden Einzelumstände erst in ihrem ganzheitlichen Beisammensein zur vollwertigen Beurteilung des klimatischen Standorts für das Gedeihen oder Nichtgedeihen der Forstpflanzen dienlich sind.

Um das Standortklima als Ganzes zu erfassen, bedürfte es nach dem Gesagten wegen seiner Vieldimensionalität an jeder Beobachtungsstelle vielerlei Meßinstrumente. Weil es neben seinem Parallelgradienten ein noch intensiveres Vertikalgefälle in allen drei Medien der Ökosphäre aufweist, müßte jede Beobachtungsstelle in allen Klimaelementen aus zahlreichen, übereinander gelagerten Meßpunkten bestehen. Da weiters jederzeit Lebenswichtiges vor sich gehen kann, müßte neben der vollen Tages- auch der volle Jahreslauf erfaßt werden, und zwar zwecks Sammlung genügender statistischer Maße in vieljährigen Meßreihen. Schließlich ist noch zu bedenken, daß die Auswertzeit für all diese Maßzahlen das Mehrfache der Meßzeit beanspruchen würde. Niemand darf erwarten, daß der hiezu nötige personelle und instrumentelle Apparat wirklich zustande kommen könnte.

Wir müssen hier einen vereinfachenden Ausweg finden, denn ohne Kartierung der Ökosphäre können wir mit unserer Aufgabe schon rein forschungsmäßig nicht zum Ziele kommen, und später einen noch einfacheren für die Praxis, denn sonst kann dieselbe immer noch keinen Gebrauch davon machen. Unsere Geländekennzeichnung muß Hangflächen bestimmter klimatischer Eigenschaft räumlich ebenso in ihren Umrissen eingrenzen, wie dies ja auch bestimmte Vegetationsarten (und Bodentypen) tun. Erst wenn wir die Verlaufsart von Klimalinien mit Vegetationslinien (Biochoren) vergleichen können, ergibt sich der volle Aussagewert der Vegetation, können wir Vergleichspflanzungen richtig im Gelände verteilen und schließlich Erfolgspflanzungen bester Anpassung durchführen.

Es bleibt uns, wie wir sehen, nichts übrig, als hier nach gänzlich neuen Verfahren zu suchen. Tatsächlich war sich der Verfasser schon vor Dezennien über den einzig möglichen neuen Weg im Klaren sowohl zur Erreichung der geforderten räumlichen Umrisse wie der benötigten Faktorenganzheit des Kleinklimas, ohne daß er freilich inzwischen ausreichende Gelegenheit gefunden hat, diesen Weg bis zur Brauchbarkeit für die Praxis zu entwickeln. Obwohl naheliegend, kam anfangs die Lösung des erstgenannten Teilproblems dem Verfasser besonders schwierig vor: nämlich eine Ersatzmöglichkeit für jene übergroße Meßstellendichte zu finden, welche es im Gebirgsland allein zu erlauben scheint, kleinklimatische Isolinien-Felder in ihrer verwickelten Linienkonfiguration faßbar zu machen.

Auch in der großräumigen Kartendarstellung regionaler Klimaabwandlung kommt man nicht immer mit der gegebenen Meßstellendichte aus. Im Gebirge muß man mit der regionalen Klimaabwandlung zugleich auch die höhenzonale (also die Niveaueffekte) kartographisch bewältigen. Hiezu genügt es bereits nicht mehr, einfach Stationen gleicher Meßgrößen zu Isolinien zu verbinden. Obwohl die Schichtlinien in ihrem Verlauf damit keineswegs übereinstimmen, wird ihre (mit der Kartengrundlage schon mitgegebene) Konfiguration unbedingt benötigt. Wenn man sie nämlich als räumlichen Anhalt in der Zeichenfläche benützt, wird man instand gesetzt, richtig räumlich zu interpolieren. Sie dienen somit als orientierende Leitlinien, denen entlang die gesuchten Klimalinien nach den gegebenen Daten verhältnismäßig schwach und gleichmäßig abzuschragen sind.

Weil nun die Kleinklimafaktoren (mit ihren verstärkten oberflächenparallelen Gradienten) hinsichtlich ihrer räumlichen Verteilung noch sehr viel verwickelter sind, benötigen wir für ihre kartographische Aufnahme noch weitere orientierende

Anhalte zusätzlich zu der beschränkten Meßstellenanzahl und zu der Orientierungsmöglichkeit an den Isohypsen. Es müßte sich, damit sie als Leitlinien dienen können, um solche klimatische Isolinien handeln, die auf irgendeine Weise besonders leicht kartiert werden können. Sie müßten darin den Isohypsen gleich kommen, welche stereogrammetrisch aufgenommen und zugleich als klimatische Linien (nämlich als Isobaren) aufgefaßt werden können. Es gibt in der Tat zwei solcher Liniensysteme, welche leicht (wenn man will, auch stereometrisch) kartiert werden können, weil sie von vorneherein und von Natur aus sichtbar im Reliefgelände eingeschrieben sind und in derselben Konfiguration periodisch wiederkehren:

- die Schnee-Aper-Grenzlinien (Schneedecken-Andauer-Isochionen)
im Verlaufe des Bergfrühlings,
- die Sonn-Schatt-Grenzlinien (Sonnenschein-Andauer-Isophoten)
bei wolkenlosem Sonnen-Tagbogen.

Daß es überhaupt Klimafaktoren geben kann, welche sich als Kleinklimacharaktere unterschiedlich ins Relief verteilen, kann nur darauf beruhen, daß in sie (außer der Schwerkraft) die Wirkungen zweier und nur zweier vektorieller Klimatelemente eingehen, die der Bewindung und der Bestrahlung. Also werden sie sich alle in ihrer Konfiguration außer an die Isohypsen in verschiedenem Maße (mindestens in Hochlagen mit ihren krassen Reliefeffekten wird es so sein) auch an die beiden genannten Liniensysteme, die Isophoten und die (oberhalb der Waldgrenze fast ausschließlich windgeformten) Isochionen, anlehnen. Wir werden also voraussichtlich mit unseren beiden Leitlinienarten auskommen. Sobald wir die Isophoten und Isochionen kartiert haben, kommt es für das Weitere nur noch darauf an, in dieses System Meßstellen geringer Anzahl richtig hineinzuorientieren und allenfalls auch planmäßig zu versetzen. So können wir die Gesetze der Zuordnung anderer Kleinklima-Abmessungen zu den Leitlinien erforschen, wie wir es oben für die höhenzonalen Anordnungen zu den Schichtlinien gesehen haben.

Um freilich Kleinklima-Mappierung in Gebirgsländern zu einer gangbaren wissenschaftlichen Arbeitsrichtung zu machen, wird unser neuartiger Zugang mittels der skizzierten Leitlinienmethodik noch nicht genügen. Es müssen wenigstens für den Anfang weitere Einschränkungen auf Wesentliches ermöglicht werden. Über die Form des vertikalen Klimagefälles nahe der Erdoberfläche ist man heute soweit im Bilde, daß man sich für unsere Geländeaufnahmen weitgehend auf die Grenzflächen Boden/Luft, Boden/Schnee und Schnee/Luft konzentrieren kann.

Es genügt jedoch immer noch nicht, uns in der Zahl der Meßpunkte längs und quer zur Erdoberfläche einzuschränken, wir müssen auch die Zahl der zu messenden Faktoren so klein wie möglich halten. Auf diese Weise soll nicht nur der Aufwand bei klimatischer Geländekartierung verkleinert, sondern auch die Ausgliederung von umfassenden Standortstypen erleichtert werden. Es erhebt sich also die weitere, sehr entscheidende Frage, welcherlei Charaktere wir vom Klimaganzen in meßbarer Weise abstrahieren, sowie (an den wenigen Meßstellen und in obigen wenigen Grenzflächen) einmessen, besonders aber in ihrer Konfiguration (mittels obiger Leitlinien) erforschen sollen.

Wenn die zu messenden Faktoren des Klimas so wenige wie möglich bleiben sollen, dieselben mitsammen aber doch das Klimaganze so voll wie möglich erfassen sollen, dann müssen sie so komplex wie möglich ausgegliedert sein. Wenn sie außerdem unserem biologischen Zweck so gut wie möglich genügen sollen, müssen sie darüber hinaus auch so lebensgerecht wie möglich gefaßt sein. Was die letztgenannte Forderung des Näheren bedeutet, haben wir schon besprochen: Diese wenigen, zu messenden Komplexfaktoren werden eben jene klimaökologischen Standortfunktionen sein, von denen wir schon gesprochen haben. Sie sollen das Gelände in Hinblick auf unsere Forstpflanzen besonders treffend kennzeichnen. Das wiederum wird erreicht, wenn sich deren klimaökologische Reaktionen bestens auf dieselben beziehen lassen.

Mit den unmittelbar kartierbaren Belichtungsumständen durch die Sonne und Bodenbedeckungsumständen durch den Schnee haben wir nicht nur zwei unmittelbar sichtbare Klimateigenheiten, sondern auch biologisch wichtige Standortfunktionen ausgeschieden. Zu dem Ziele, die abzugrenzenden Klimacharaktere geringzählig, umfassend und lebensgerecht zu halten, gelangen wir dadurch, daß wir uns im Weiteren nicht nach den meteorologischen Wesen der Klimatelemente richten, sondern ihre Wirkweise selber, wie sie die Lebewesen treffen, zusammenfassen. Deren brauchen wir nämlich bloß vier zu unterscheiden: mechanische, chemische (wozu man auch die Fälle zählen kann, wo Strahlung unmittelbar als solche wirksam wird), thermische und hygrische. Soweit diese Wirkweisen des Standortklimas auf die Besiedler nicht ohnedies in den Besonnungs- und Schneelagen-Verhältnissen (photischen und chionischen Wirkweisen) stecken, die wir ja als Leitliniensysteme auf alle Fälle kartieren müssen, können wir die chemischen und mechanischen als Wirkweisen nicht im strengen Sinne klimatischer Natur beiseite stellen. So bleiben die zwei restlichen Komplexe als eigentlich klimatische Standortfunktionen, die auf die Besiedler wirkenden Wärme- und Feuchteverhältnisse (thermischen und hygrischen Wirkweisen). Nur letztere beiden umfassen das, was wir unbedingt mittels der Leitlinienmethodik mappieren lernen müssen, wenn wir einmal zu Standortstypen in wissenschaftlich hieb- und stichfester Art Behandlungstypen zuzuordnen vermögen sollen.

Unsere Geländeforschungs-Aufgabe ist nur dann in wissenschaftlich einwandfreier Weise lösbar, wenn es gelingt, einen völlig neuen Typus von Beobachtungsstation fertig zu entwickeln. Diese klimaökologische Station muß folgende Zwecke erfüllen:

1. in Anlehnung an Schneebedeckungs- und Besonnungskarten auch die thermischen und hygrischen Standortfunktionen zu kartieren,
2. daraus unter Mitverwendung von Vegetations- und Bodenaufnahmen vergleichbare und identifizierbare Standortstypen auszugliedern,
3. Unterlagen zu liefern für ein laufend auszubauendes System von forstwissenschaftlichen Vergleichspflanzungen.

Auf Grund dieser Stationsentwicklung könnte weiters auf soliden Unterlagen ein für unsere Zweckforschung ebenfalls sehr wichtiger und ebenfalls völlig neuartiger Typus von Forschungslaboratorium entwickelt werden, ein klimaökologisches Labor. Es hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. zu den von der Station gelieferten und mit deren Geräten kontrollierten Standortfunktionen die zugehörigen Holzartenreaktionen zu ermitteln,
2. zusammen mit einem bodenökologischen Labor die Wuchsergebnisse des Vergleichspflanzungsnetzes auf die Einzelursachen zu untersuchen,
3. dadurch mitzuhelfen, zu den waldbaulichen Standortstypen darauf abgestimmte waldbauliche Behandlungstypen auszuarbeiten.

Wie bei den Einwirkungen des Standorts können wir auch unter den Auswirkungen an der Pflanze eine im engeren Sinne klimatische Gruppe, nämlich die thermischen und die hygrischen Abläufe, herausheben. (Das Weitere sei besonders an Hand dieses engeren Erscheinungsbereiches zur Sprache gebracht.) Erwärmung und Auskühlung des Pflanzenkörpers wird bekanntlich nicht nur von der Lufttemperatur bestimmt, sondern (neben weiteren mitwirkenden Umständen) besonders auch von den Strahlungs- und Windverhältnissen. Um nun die Temperaturumstände am Standort mit jenen am lebendigen Pflanzensproß unmittelbar vergleichbar zu machen, müssen wir sie ebenfalls an einem Körper (genormter Ausformung, Wärmekapazi-

tät und Graueit), eben nur einem nichtlebendigen, messen. Er unterscheidet sich sonach vor allem dadurch vom Pflanzensproß, daß ihm die lebensspezifischen Selbststeuerungsprozesse fehlen. Die genannte Art identisch wiederherstellbarer Meßkörper sei als Erwärmungskörper bezeichnet.

Auch den Hydraturverhältnissen des Pflanzenkörpers entsprechende Umstände lassen sich, wengleich sehr viel schwieriger, an nichtlebendigen Standardkörpern vergleichbar verfolgen, und zwar für die Einnahmeseite des Wasserhaushaltes, welche der Wurzelrezeption entspricht, mittels besonderer Ansaugungskörper und für die Ausgabeseite, welche der Sproßtranspiration entspricht, an Verdunstungskörpern. Wie wir diese Vergleichsmessungen nach Einnahme- und Ausgabeseite des Wärme- und Wasserhaushaltes unterscheiden, so müssen auch Summen- und Extremwerte, welche klimatischen Ansprüchen und klimatischen Beanspruchungen entsprechen, unterschieden werden. Wie es ja schon zur Ermöglichung unserer Besonnungsaufnahmen von vorneherein unumgänglich ist, muß auch für die anderen klima-ökologischen Messungen Vorsorge getroffen werden, daß sie nach Wetterlagen automatisch sortiert und in solcher Besonderung auch kartiert werden können.

Im Vergleich zu den Messungen der vielerlei üblichen meteorologischen Elementarfaktoren haben die angegebenen wenigen ökologischen Komplexfaktoren gewiß ihre Schwächen. Rein physikalisch gesehen sind diese Standortfunktionen als durchaus biologische Sachverhalte natürlich undefinierte Gebilde. Ihre Maßzahlen sind daher auch nur als bloße Relativzahlen anzusehen und können selbst als solche nur gemessen werden, wenn dafür die genau gleichen Meßkörper zur Hand sind. Eben dadurch kommen auch zusätzliche Fehlermöglichkeiten in die Messungen hinein. Ohne diese Bezugsgrößen würden unsere Forschungsergebnisse aber weit fehlerhafter, ja unzulänglich werden. Sie in unsere Vorgangsweise einzuführen, ist aus verschiedenen Gründen unausweichlich. Das ist freilich weder vom bloßen klimatologischen, noch vom bloß pflanzenphysiologischen Standpunkt aus leicht einzusehen. Es wird erst klar, wenn man den Problembereich in seiner Gänze überschaut.

Auf einfachste Weise bekäme man exakte Ergebnisse über das Verhältnis Pflanze/Umwelt, wenn man gleichzeitig an allen Standorten identische und identisch bleibende Standardpflanzen als Meßkörper anbringen könnte. Faktisch geht dies begreiflicherweise jedoch nicht an. Ebendies ist ja der Hauptgrund dafür, daß klimatische Standortfunktionen so von klimatischen Pflanzenreaktionen getrennt aufgenommen werden müssen, daß beide eindeutig aufeinander bezogen werden können. Die meteorologischen Elementarfaktoren, die man üblicherweise in diesem Zusammenhange einmißt, sind dazu aber keineswegs ausreichend. Sie stellen mitsammen durchaus noch nicht jene gesuchten klimatischen Standortfunktionen dar, auf die man klimatische Holzartenreaktionen eindeutig beziehen könnte.

Wohl lassen sich allenfalls aus momentanen Elementargrößen der Umgebung momentane Zustände, welche von beliebigen, genau bestimmten Körpern angenommen werden, erschließen und berechnen. Praktisch ist es jedoch keineswegs realisierbar, im benötigten Umfange aus schon fertig gegebenen klimatisch-statistischen Größen der meteorologischen Umgebung klimatisch-statistische Größen von bestimmten Einzelkörpern zu erschließen oder doch eindeutig zuzuordnen, schon gar nicht von lebendigen. Der einzig mögliche Ausweg ist darum folgender: Wir nehmen gewiß auch Summen- und Extremwerte meteorologischer Daten auf. Zu-

sätzlich benötigen wir aber an Stelle oben genannter Standardpflanzen geeignete, nichtlebendige Standardkörper, zu deren Zuständen es möglich wird, eigens einzu-messende Zustände der Versuchspflanzen eindeutig in Bezug zu setzen. Die normal-klimatologische Methodik soll aber demnach in unserer Arbeit angewandt-ökologi-scher Forschung keineswegs unter den Tisch fallen. Sie muß ja allein schon zwecks Anschluß an das amtliche meteorologische Netz weiterhin nebenherlaufen.

Ohne die zusätzlichen Relativzahlen der komparablen Biokomplexmessung können wir jedoch nicht zu unserem Ziele gelangen:

1. Ohne sie wäre schon die Standortproblematik zu undurchsichtig:
 - a) Die Kartierungsarbeit würde durch die aufzunehmende Faktorenvielfalt zu umfänglich.
 - b) Die räumliche Typenausgliederung würde an zu großer Standortmannigfaltig-keit scheitern.
2. Das Verhältnis zwischen Standort und Besiedlung könnte nicht geklärt werden:
 - a) Wo Standortarten und Holzarten beisammen vorkommen, würde sich eine riesige (edaphisch-klimatisch-biotische) Umweltvariabilität einer noch größeren (veranlangungs-, entwicklungs-, vorlebensmäßigen) Pflanzenvariabilität über-lagern.
 - b) Wo beide getrennt untersucht werden müssen, blieben beiderlei Messungen ohne exakten Bezug aufeinander.
3. Ein Klimalabor (wo nach meteorologischen Faktoren zu steuern, nach Komplex-faktoren zu kontrollieren wäre) wird ebenso wie sein Betrieb ohne Einsatz der standörtlichen Biokomplexe hypertrophisch.
 - a) Ohne sie müßte eine allzu breite Skala der vielen Elemente betätigt werden, um die verschiedenen bioklimatischen Beanspruchungen darzustellen.
 - b) Ohne sie würde der Betrieb auf eine öde Faktorenkombinatorik hinauslaufen, wobei der Experimentator wenig Freiheit hätte, instrumentellen Schwächen auszuweichen.

Ohne die Biokomplex-Methodik können also schon für sich die beiden besprochenen Problemhälften unseres Gesamtproblems nicht ausgeschöpft werden, geschweige denn dieses Gesamtproblem selber, also einschließlich der Beziehungen zwischen beiden. Wie bei zahlreichen Unbekannten mathematische Aufgabenlösungen öfters Hilfskonstruktionen und Hilfssubstitutionen erfordern, so sind zwischen konven-tuelle Physiologie und Meteorologie entsprechende Zwischenstücke einzufügen. Die Biokomplexmethodik bietet in der proteushaften Unzahl der Einflüsse wie die Leit-linienmethodik in der Flächenweite des wechselvollen Geländes Rahmenordnung und Orientierung zur Lösung innerhalb eines Problemumfangs, wie er unserer prak-tisch-terrestrisch-ökologischen Zweckforschung zukommt.

Literaturverzeichnis

- GAMS, H. (1918): Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich 63.
- KÖPPEN, W. (1918): Die Klimate der Erde. W. Gruyter, Berlin u. Leipzig.
- AULITZKY, H. (1961): Das Klimahaus am Patscherkofel. IUFRO, 13. Kongreß, Wien.
- (1962): Welche bioklimatischen Hinweise stehen der Hochlagenaufforstung zur Verfügung. Wetter und Leben, Jg. 14.
- GEIGER, R. (1962): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, Vieweg.
- FRIEDEL, H. (1952): Gesetze der Niederschlagsverteilung im Hochgebirge. Wetter und Leben, Jg. 4, Heft 5—7.
- (1961): Schneedeckenandauer und Vegetationsverteilung. Mitt. d. Forstl. Vers.-Anst. Mariabrunn, Heft 59.
- (1962): Forschung für Land- und Forstwirtschaft der Hochlagen. Ber. z. Landesforschung u. Landesplanung, Jg. 6, Heft 1.

Anschrift des Verfassers: Dr. Helmut Friedel, Außenstelle der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn in Wien, Innsbruck, Hofburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Friedel Helmut

Artikel/Article: [Aufgabe und Aufbau angewandter Ökologie. 57-70](#)