

ALLGEMEINE KENNZEICHNUNG DER FORSCHUNGS- AUFGABE

General Characterization of the Research Task

Caractéristique générale de la tâche des recherches

Общая характеристика исследовательской задачи

von

H. FRIEDEL

Das zentrale Bemühen der Außenstelle für subalpine Waldforschung in Innsbruck gilt den vielen noch offenen Fragen zur Erfolgssicherung von Hochlagen-Aufforstungen, über deren Wichtigkeit und Dringlichkeit wir uns hier wohl nicht erst weiter verbreiten müssen. Räumlich ist damit als unser besonderes Forschungsbereich die Natur-Kultur-Landschaft der subalpinen Höhenstufe gemeint, in der wir es mit einer natürlichen Waldlandschaft zu tun haben, in der aber bekanntlich eben auch die menschliche Almwirtschaft spielt. Unsere spezielle Bearbeitung gilt somit nicht der in dieser Höhenstufe ebenfalls einschlägigen agrarwissenschaftlichen, sondern der forstwissenschaftlichen Zweckforschung, welche letztere wegen der besonderen Schwierigkeiten in der hochgelegenen Grenzzone des Baumwuchses und wegen ihrer noch weitgehenden forstwissenschaftlichen Unerforschtheit erst zahlreicher grundlagenwissenschaftlicher Klärungen bedarf. In dieser Hinsicht müssen wir uns stets bewußt bleiben, daß es sich in unserem Falle grundsätzlich um einen biologischen, genauer gesagt, voll und ganz ökologischen Problembereich handelt, zu dem sonstige Wissenschaftsdisziplinen methodisch allein als Hilfswissenschaften hinzutreten haben und dem biologischen Gesamtzweck spezifisch einzupassen sind.

Angewandte Ökologie hat an sich als Ganzes zweierlei wesentliche Zwecksetzungen:

- 1) Wirtschaftliche Meliorierungen mit dem Grundprinzip der Rentabilität zwischen Wirtschaftsaufwand und Wirtschaftsertrag und dem Grundbegriff der Produktionskraft verschiedener Wirtschaftsweisen.
- 2) Landschaftliche Sanierungen mit dem Grundprinzip der Stabilität verschiedener Landschaftszustände und dem Grundbegriff der Restaurationskraft verschiedener Geländemaßnahmen, die durch die erstgenannte Naturausnutzung notwendig geworden sind.

Die beiden Zielsetzungen sind einander also geradezu entgegengesetzt gerichtet. Bei wirklich sinnvoller Planung allerdings werden sie immer von vornherein zusammenmünden: in eine Ermöglichung nämlich eines erträglichen Natur-Kultur-Gleichgewichtes der Landschaft.

In unseren Hochlagen wird die Praxis solcher Gleichgewichtsspielungen bei so umfassender Sicht auf einen Ausgleich nötiger Waldrestaurationen durch nebenhergehende Almmeliorationen hinaus-

laufen, insbesondere räumlich auf eine Flurbereinigung zwischen Wald und Alm. Hauptgesichtspunkt, keineswegs aber der einzige, bildet dabei die (orogenetisch begründete) Tatsache, daß an unseren Alpenhängen i. allg. übereinander abwechselnd Versteilungs- und Verflachungszonen entlanglaufen. Erstere (die "Leiten"), geländeschutzbedürftig, wie sie sind, werden unbedingt dem Forstmann, letztere (die "Lenken") von rechts wegen dem Landmann zuzusprechen sein. Damit engt sich unser Hauptforschungsbereich schon wesentlich ein. Wir haben es in unseren Erkundungsanliegen vor allem mit den subalpinen Steilhängen zu tun.

In dem so umgrenzten landschaftlichen Gefahrenbereich kann also das Schwergewicht nicht sosehr auf der meliorativen Seite gesehen werden, es muß vielmehr auf der restaurativen Seite der landschaftlichen Zielsetzungen zu liegen kommen. Biologische Naturrestauration betrifft zwar ebenso Berasung und Bebuschung vieler der bedrohten Hänge, naturentsprechend vor allem aber ihre Bewaldung als das stete Endziel unserer Bestrebungen. Hiebei wiederum muß Wald sachgemäß in erster Linie als Schutzwald und nicht sosehr als Ertragswald betrachtet werden.

Waldrestauration selber umfaßt ebenso Verbesserungen (also Verjüngungen und Umwaldungen) vorhandener subalpiner Bestände als auch Wiederaufbringungen des Baum- und Waldwuchses im entwaldeten Gelände. Während jedoch die erstgenannten Leistungen noch weitgehend mit Mitteln heutigen forstwissenschaftlichen Wissens und Könnens zu bewältigen sind, kann für uns eine Erfolgssicherung von Neuaufforstungen hier oben nur erst Gegenstand der noch höchst schwierigen Forschungsbemühungen sein. Damit verengert sich das Hauptbereich unserer Fragestellung weiter auf Bedingungen und Behandlungen abschüssiger Strecken der subalpinen Entwaldungszone, die sich bald breiter, bald schmaler, aber fast durchgehend oberhalb einer subalpinen Restwaldzone hinzieht und von dort aus in zahlreichen Gehängestrichen ihre Ausläufer nach unten vorstreckt und in ihnen oft genug bis zum Talboden durchstößt.

Der Rang der eigentlichen Hangaufforstungen in Hochlagen als spezielle Hauptaufgabe hat zur Folge, daß wir nicht sosehr Eigenheiten und Verteilungen schon erwachsener Bäume, vielmehr die ihrer Jungpflanzen zu untersuchen haben. Sie sind es ja, die entgegen aller Schadenswirkungen hochzubringen sind. Dabei kommt es auch wieder nicht sosehr auf die Holzartenwahl selber an. Wir haben ja im wesentlichen nur drei heimische subalpine Bäume: Fichte, Lärche und Zirbe. Unser Augenmerk muß sich umsomehr auf ihre besonderen Vorbehandlungen, Pflanzweisen, Starthilfen, Vorbau- und Zusatzpflanzen richten, und auf entsprechende Zusammenstimmung der physikotechnischen mit den biotechnischen Maßnahmen.

Das Wort Naturrestauration darf also auch nicht dahin mißverstanden werden, als wäre das Arbeitsziel in diesem engeren Forschungsraum einfach Wiederherstellung urweltlicher Verhältnisse oder einfach genaue Nachahmung natürlicher Sukzessionen. Das erstere würde zu keinerlei Natur-Kultur-Gleichgewicht führen, das letztere wäre schon deshalb nicht möglich, weil wir es allein schon in den notwendigen Pflanzungen stets mit künstlichen Eingriffen in die Natur zu tun haben, welche man denke z. B. an das Pflanzloch - genauso, wie jene der Heilkunde, stets mit teilweise nützlichen, teilweise schädlichen Nebenwirkungen verbunden sind. Wir können nach dieser Analogie geradezu von einer Landschaftsmedizin sprechen, von einer Biotechnik, genauer Ökotechnik, einer Ingenieurbiologie, genauer Ingenieurökologie.

Hiemit ist bereits deutlich gemacht, auf welchen Wegen wir unserer Aufgabe nachzukommen versuchen müssen. Wir haben unseren biologischen Forschungsgegenstand, die Jungpflanzen, sowohl an bisherigen Aufforstungsflächen und natürlichen Jungwüchsen als auch an planmäßig eigens angelegten kleinen Vergleichspflanzungen und ebenso im Laboratorium unter den verschiedensten ökologischen Umständen natürlicher und künstlicher Art zu untersuchen. Dabei sind möglichst vielseitig biometrische Auswertungen der Aufkommens- und Gedeihens-Ergebnisse und entsprechende Kausalanalysen durchzuführen.

Mit dem bisher Dargelegten ist aber das eigentlich Entscheidende noch gar nicht deutlich gemacht, die weitaus größte Schwierigkeit unseres Forschungsunternehmens noch nicht angeführt, ja noch nicht einmal begründet, weshalb Hochlagenaufforstung einer eigenen speziellen Forschungsinstitution bedürfen sollte. Zu der schon bezeichneten eigentlich ökotechnischen Seite tritt die im engeren Sinne ökologische, zur waldbaukundlichen die standortkundliche Seite der Sache. Unsere Aufgabe besteht ja in geeigneter Zusammenstimmung richtig gefaßter Waldbaumaßnahmen zu richtig bestimmten Umweltbedingungen. Hier erst treten gemäß den besonderen Eigenschaften der subalpinen Entwaldungshänge jene Hemmnisse zutage, welche in unserem Problemraum die Aufgabe der Erfolgsicherung zunächst als fast unlösbar erscheinen lassen.

Wir gehen in unserer Betrachtung am besten von der Vegetation aus. Die subalpine Höhenstufe ist eine Grenzzone, in welcher von Natur aus noch der hier nach oben ausklingende Wald als eine Klimaxgesellschaft herrscht, nämlich der Zirben-Lärchen-Alpenrosen-Wald. Die darüber folgende alpine Stufe hat demgegenüber keine einheitliche Schlußgesellschaft mehr, sondern ausgesprochene Schlußzonationen, gebildet aus Reihen sehr verschiedenartiger, reifer Pflanzengesellschaften. Im Gegensatz zu beiden ist nun die zwischengeschaltete anthropogene Entwaldungszone durch eben diesen Waldverlust ein Bereich, wohin in vieler Hin-

sicht und in verschiedenem Grade alpine Verhältnisse von oben herabgedrungen sind, die gar nicht hierher gehören. Sie ist somit eine ausgesprochene Störungszone des Naturgleichgewichts, in der fast die gesamte Vegetation in Fluß geraten ist, auch dort, wo sie sich darüber und darunter längst stabilisiert hätte.

Wir müssen hier folgende vier Arten von Naturstörungsarealen unterscheiden:

- 1) Flächen, wo Erosions- (also Abtragungs- und Aufschüttungs-) Vorgänge ablaufen und schon um sich gegriffen haben, die daher nur durch verschiedene Pioniervegetationsformen gekennzeichnet sind.
- 2) Flächen, wo durch die Almwirtschaft bedingte Vegetation, nämlich Weide und Mahd, als Ersatzgesellschaften vordringen oder schon durchgedrungen sind. Die subalpine, nicht etwa die alpine Stufe ist der Hauptsitz der Hochmähder und Großviehweiden.
- 3) Flächen, in denen spontan, also durch Naturwirkung, ein zwischengeschalteter Ausgleichsvorgang stattfindet oder bereits voll abgelaufen ist, wo besonders die wind-schnee-zonierten Zwergstrauchgürtelungen herabreichen, wovon hier nur die Alpenrosenheide bodenständig ist, weil sie schon vom ursprünglichen Walde abstammt.
- 4) Endlich Flächen, wo spontan ein abschließender Regenerationsprozeß abläuft oder sich schon durchgesetzt hat in Form einer Jungwaldbildung.

Diesetypischen Vegetationserscheinungen der verschiedenen Höhengürtel spiegeln sich i. allg. auch in entsprechenden Differenzierungen des Bodens wieder.

Der radikale Unterschied zwischen waldbeherrschten Hängen der Alpen und den von Natur waldlosen alpinen ist nur aus klimatischen Tatsachen erklärlich. Wir müssen dazu unter Klima das der Ökosphäre verstehen d. h. jenes der bodennahen Luftschicht und der oberflächennahen Bodenschicht sowie das der zeitweilig zwischengelagerten Schneeschicht, in denen sowohl die wirklich vorhandene Vegetation als auch die erst aufzubringende tatsächlich zu leben hat.

- 1) Mit zunehmender Mehreshöhe vergrößern sich die kleinklimatischen Unterschiede der Ökosphäre von Teilfläche zu Teilfläche immer mehr, so zwar daß in alpinen Höhen keine einheitlichen Klimaxgesellschaften mehr möglich sind.
- 2) Der Wald verändert sekundär dieses Gefälle. Er gleicht in seinem Innenraum und teilweise auch noch in seinen Randräumen die in tieferen Lagen an sich schon geringeren räum-

lichen Unterschiede des Kleinklimas selbsttätig aus, so zwar daß in der subalpinen Stufe gerade noch die relativ einheitliche Zirben-Lärchen-Alpenrosen-Klimaxgesellschaft möglich ist.

- 3) In der kleinen naturwidrig eingeschalteten subalpinen Entwaldungszone schließlich greift die krasse kleinklimatische Differenziertheit der alpinen Stufe bis an den verbliebenen Waldrand herunter, wodurch hier ein höchst scharfer Sprung vom Waldklima zum Freilandklima entsteht.

Die forstlichen Jungpflanzen finden also im entwaldeten Subalpingelände gänzlich andere Umweltverhältnisse vor als in den Verjüngungslücken der anstoßenden subalpinen Restwaldzone, wodurch in vielen Teilflächen selbsttätige Wiederbewaldung auf lange Sicht verhindert wird. Sie muß erst (wenigstens in dringenden Fällen) ökotechnisch ermöglicht werden. Kein Wunder, daß sich hier meist eher jene Zwischenausgleiche in der Vegetation nach alpinem Muster einstellen, von denen wir gesprochen haben.

Die krassen, unregelmäßig umgrenzten Kleinraumunterschiede machen sich schon gleich oberhalb der aktuellen Waldgrenze deutlich bemerkbar. Hier gibt es z. B. Strecken, die bis in den Sommer hinein schneebedeckt bleiben und knapp dabei andere, die auch im Winter schneefrei gefegt werden. Ebenso gibt es Teiloberflächen, die in der Sonne richtig heißlaufen, während in der Nähe andere bis über Mittag hinaus bereift bleiben können, Unterschiede, die in den Niederungen erst über viele Breitengrade hinweg auftreten. Die viel milderen Kleinklimaabwandlungen werden dort vorwiegend durch Oberflächenverschiedenheiten hervorgerufen, während in Hochlagen die schwer durchschaubaren Wirkungen von Reliefverschiedenheiten (Hangrichtung und -neigung, Konvexitäten und Konkavitäten) überwiegen. Beim Übertritt vom Flachland ins Gebirge wird zunächst die weitläufige geozonale Klimaabwandlung von der engerräumigen höhenzonalen, man möchte sagen, zugedeckt und in den Hochlagen wiederum diese von der noch stärkeren und kleinmaschigen reliefzonalen klimatischen Variation.

Aus dieser heute noch etwas unüblichen, aber unbezweifelbaren Kennzeichnung unseres engeren Forschungsraumes geht hervor: Wenn diese standörtliche Aufsplitterung der subalpinen Stufe in höchst unterschiedliche Teilräume, welche schärfer ist als in allen anderen forstlichen Bereichen, nicht geistig so bewältigt wird, daß sich der Praktiker danach richten kann, wird es niemals eine wissenschaftsgemäße Erfolgsicherung von Hochlagenaufforstungen geben, denn dann können selbst beste forstliche Sondermaßnahmen dem Gelände nicht richtig zugeordnet werden. Sicherlich müssen zur Erreichung dieses besonderen Forschungszieles Vegetations-, Boden- und Klimakunde aufs

engste zusammenarbeiten. Es müssen hier aber außerdem ohne Zweifel ganz neue grundlagenwissenschaftliche Wege eingeschlagen werden, auch wenn sie auf längere Sicht laufen und größeren Aufwand erfordern.

Ganz allgemeingegagt: In unserem forstwissenschaftlichen Grenz- und Neuland wird bloße Anwendung des heutigen Wissensstandes in unserer Forschung keineswegs genügen. Sie muß hier stets ihre grundlagenwissenschaftliche Ergänzung finden. So entspricht der standortkundlichen Seite unserer Forstwissenschaft die gelände-aufnehmende, chorologisch gerichtete Ökologie, der waldbaukundlichen Seite die versucheanstellende, physiologisch gerichtete Ökologie. Während erstere die Wirksamkeit aller drei konstituierenden Einflußbündel, nämlich die der edaphischen, klimatischen und biotischen Faktoren in ihrer vollen Wechselbeziehung zu berücksichtigen hat, muß letztere unsere lebendigen Objekte auch als Symbiosen zwischen Forstpflanzen und zugehörigen Wurzelpilzen betrachten, sodaß das hier allgemein Gesagte stets ebenso den Bodenpartner, also die Mykorrhiza mitbe- trifft.

Anschrift des Verfassers:

Dr. H. Friedel
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Außenstelle für subalpine Wald-
forschung
Rennweg 1, Hofburg Zi. 50
Innsbruck

ZUSAMMENFASSUNG

Die Innsbrucker Außenstelle der **Forstlichen Bundesversuchsanstalt** dient vorzüglich der **Erfolgssicherung** von Wiederaufforstungen nahe der klimatischen Waldgrenze. Waldrestaurationen stehen dabei praktisch mit Almmeliorationen in engem Zusammenhang. Erstere konzentrieren sich auf Steilhänge, letztere auf Flachstrecken des Hochgebirges. Während im zweiten Falle wirtschaftliche Gesichtspunkte wesentlich sind, haben im ersten landschaftliche das Vorrecht. Die standortkundliche Seite unserer forstlichen Aufgabe gehört ins Gebiet chorologisch gerichteter, geländeaufnehmender Ökologie, die waldbaukundliche Seite fällt ins Bereich physiologisch gerichteter versuche-anstellender Ökologie.

Bestehender Wald wirkt auf das Kleinklima sowohl in dessen zeitlicher Periodik als auch in seiner räumlichen Differenzierung ausgleichend. An seiner oberen Grenze, sei sie nun natürlich oder vom Menschen herabgedrückt, erfolgt aus diesem Grunde eine sprunghafte Änderung der kleinklimatischen Verhältnisse. Das entwaldete subalpine Gelände zeigt im Gegensatz zum bewaldeten bereits (ähnlich wie in der alpinen Höhenstufe) auf geringe Distanzen reliefbedingte ökologische Unterschiede, wie sie in der Niederung erst über zahlreiche geographische Breitengrade hin auftreten, was sich selbstverständlich auch in der Differenzierung von Vegetation und Boden widerspiegelt.

Die subalpine Entwaldungszone wird gekennzeichnet als eine sehr heterogene Grenzzone, in der sich geozonale, höhenzonale und reliefzonale Einflüsse überlagern, und zugleich als eine Störungszone des Naturgleichgewichtes, in der sich anthropogene Einflüsse stark mit naturbürtigen Rückwirkungen überschneiden. Daraus folgt, daß an der standortkundlichen Seite unserer Aufgabe vorzüglich kartographisch gearbeitet werden muß, wobei Vegetations-, Boden- und Kleinklimaforschung eng zusammenzuarbeiten haben. Auf der waldbaulichen Seite wiederum muß ebenfalls entsprechend räumlich differenziert werden, was besonders bei biometrischen Auswertungen an Jungwüchsen und zugehörigen Kausalanalysen zu geschehen hat. Dabei stehen sowohl die ökologischen Behandlungsweisen der Holzarten als auch die ihrer Mykorrhizen in gleicher Weise zur Frage.

SUMMARY

The Innsbruck Research Center of Sub-Alpine Forest Science serves primarily to ensure success in reforestations near the climatic timberline. The restitution of forests is practically in closest connection with Alpine pasture melioration. The former is centered on steep slopes, the latter on stretches of flatter ground in the high mountain zone. While in the latter case economical considerations are decisive, the former one is closely connected with the landscape. The site-ecological aspect of our silvicultural task belongs to the field of chorologically oriented, land-surveying ecology, while the silvical aspect falls into the domain of physiologically oriented, experimental ecology.

The existing forest affects the microclimate in a levelling way, both in its temporal periodicity and space differentiation. Near its upper limit, be it natural or lowered by human influence, there is, by this reason, a sudden change of microclimatic conditions. The deforested sub-alpine landscape already shows in opposition to the forested one (similar to the alpine zone) ecological differences due to topography even over short distances, such as are found in the lowlands covering many degrees of latitude, a fact that is of course reflected in differences of vegetation and soil.

The sub-alpine deforested zone is characterized as a very heterogeneous border-zone in which zonal influences of geographical, altitudinal and topographical nature overlap, and, at the same time, as a disturbance-zone of natural equilibrium, in which anthropic influences strongly overlap with natural repercussions. Hence follows that the site-ecological aspect of our task must be treated chiefly cartographically with a close co-operation of vegetation, soil, and microclimate research. On the silvicultural side, again an adequate space differentiation will be needed, especially in biometrical and causal analyses of young growth. This is equally true for problems of the ecological treatment of tree species and their mycorrhizas.

R É S U M É

Le Centre de Recherches Scientifiques forestières subalpines d'Innsbruck sert avant tout à assurer le succès des reboisements près de la limite climatique de la forêt. Les restitutions de forêts sont, en pratique, étroitement rattachées aux améliorations d'alpages. Les premières se concentrent sur les pentes escarpées, les secondes sur des étendues de terrain plat dans les hautes montagnes. Tandis que dans le dernier cas les points de vue économiques sont décisifs, ceux du paysage ont la priorité dans le premier cas. L'aspect de notre tâche forestière concernant la recherche de la station appartient au domaine de l'écologie orientée vers la chorologie et les levés du terrain, tandis que l'aspect sylvicole est de la compétence de l'écologie expérimentale et orientée vers la physiologie.

Une forêt existante a un effet équilibrant sur le microclimat, aussi bien dans sa périodicité temporelle que dans sa différenciation spatiale. A sa limite supérieure, qu'elle soit naturelle ou abaissée par l'influence humaine, il y a pour cette raison un brusque changement des conditions microclimatiques. Le terrain subalpin déboisé fait apparaître, contrairement à celui qui est boisé et semblablement à ce qui se produit à l'étage alpin, à peu de distance des différences écologiques dues au relief telles qu'elles se trouvent sur le terrain bas séparées par des dizaines de degrés de latitude, ce qui ne manque pas de se refléter dans la différenciation de la végétation et du sol.

La zone subalpine de déboisement est caractérisée comme une zone de transition très hétérogène où se superposent des influences zonales de nature géographique, altimétrique et topographique, et en même temps comme une zone de perturbation de l'équilibre naturel, dans laquelle des influences anthropogènes s'entrecoupent largement avec des répercussions naturelles. Il s'ensuit que l'aspect de notre tâche ayant rapport à la station demande principalement des travaux cartographiques avec une collaboration étroite entre les recherches sur la végétation, le sol et le microclimat. Du côté sylvicole, il faut également observer une différenciation spatiale adéquate, surtout dans les analyses biométriques et causales portant sur le jeune bois. Le problème des traitements écologiques des essences aussi bien que le problème de leurs mycorrhizes, se trouve ainsi posé.

Исследовательское учреждение субальпийской науки лесного хозяйства в Иннсбруке служит прежде всего обеспечению успеха лесовозобновления вблизи климатической границы леса. Восстановления леса находится практически в тесной связи с мелиорацией нагорных пастбищ. Первое концентрируется на крутых склонах, последняя на равнинных местностях высоких гор. Если во втором случае важны хозяйственные точки зрения, то в первом случае имеют преимущество ландшафтные точки зрения. Сторона нашей лесной задачи, касающаяся учения о местопроизрастании, относится к области хронологически направленной экологии, которая охватывает местность; лесоводственная же сторона относится к сфере физиологически направленной экологии, которая производит опыты.

Существующий лес действует уравнивающим на микроклимат, как в его временной периодичности, так и в его пространственном дифференцировании. На его верхней границе, естественна ли она снижена человеком, происходит по этой причине скачкообразное изменение микроклиматических условий. Обеслесенная субальпийская территория показывает, обусловленную рельефом, экологическую разницу противоположность местности покрытой лесом, уже на незначительных дистанциях (как и в горной альпийской ступени). Эти различия встречаются на низменности только на протяжении многочисленных географических градусов широты, что, конечно, отражается и в дифференцировании вегетации и почвы.

Субальпийская зона обезлесения характеризуется очень гетерогенной пограничной зоной, в которой залегают геозональные, высокозональные и рельефозональные влияния и, одновременно, как нарушающая равновесие природы зона, в которой сильно пересекаются антропогенические явления с естественным противодействием. Из этого следует, что стороной учения о местопроизрастании надо заниматься прежде всего картографическим образом, причём работы по исследованию вегетации, почвы и микроклимата должно быть тесно связаны. Лесоводственную сторону надо также, соответственно, дифференцировать в пространственном отношении, что надо проводить, особенно, при биометрических подсчётах молодых насаждений и относящихся вьезда каузальных анализах. При этом также идёт дискуссия как об экологическом способе обработки древесных пород, так и об их микоризах.