

DIE PHYSIOGNOMIE DER POTENTIELLEN NATÜRLICHEN
WALDGRENZE UND FOLGERUNGEN FÜR DIE PRAXIS DER
AUFFORSTUNG IN DER SUBALPINEN STUFE

The physiognomy of the natural potential timberline
and conclusions for afforestation practice in the
subalpine zone

Physionomie de la limite sylvestre potentielle
naturelle et déductions pour la pratique de
reboisement à l'échelle subalpine

Характер достижимой природной границы леса и
выводы для практики лесонасаждения в субальпийской зоне

von

H. M. SCHIECHTL

Anschrift des Verfassers:

Ing.Dr. H.M. SCHIECHTL

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien

Außenstelle für subalpine Waldforschung in Innsbruck

Rennweg 1, Hofburg

A-6020 Innsbruck

Bei der Hochlagenaufforstung in der entwaldeten subalpinen Stufe wie auch bei der Bewirtschaftung der dortigen Restwälder wird man mit so verschiedenwertigen Zuständen der aktuellen Vegetation konfrontiert, daß es für alle weiteren Untersuchungen und Maßnahmen erforderlich ist zu klären, wie im alpinen Grenzbereich die natürliche potentielle Waldvegetation im Gegensatz zur aktuellen aussehen würde (Abb. 1, 2). Dies geschieht im folgenden vor allem durch Vergleiche mit ökologisch gleichwertigen oder ähnlichen Standorten anderer Gebirge, wie sie auch schon ELLENBERG 1963 anstellte.

EINLEITUNG

Die natürlichen Grenzen des Waldareals sind eine der bedeutendsten pflanzengeographischen Grenzlinien. Schon früh beschäftigten sich deshalb verschiedene Wissenschaftler mit ihren Ursachen (siehe Literaturverzeichnis). Unter ihnen ist vor allem SCHROETER hervorzuheben, der in seinem "Pflanzenleben der Alpen" 1926 die damals herrschenden Ansichten und Erkenntnisse über die alpine Waldgrenze zusammenfaßte. Er unterschied bereits natürliche von den durch menschliche Wirtschaft verursachten "wirtschaftlichen" und "biotischen" Grenzlinien. Er versuchte auch die Ursachen der natürlichen Waldgrenzen zu definieren und benannte die durch Felswände, Steinschlag, Muren und Lawinen begründete Grenze des Waldwuchses "orographische Waldgrenze". Daneben beschrieb er eine "edaphische", eine "Wind-", eine "Trocken-" und eine "Kältgrenze". Wie komplex die Standortverhältnisse an der alpinen Waldgrenze sind, überblickte SCHROETER mangels ausreichender ökologischer Untersuchungen noch nicht. Doch betonte er das Zusammenwirken aller Standortfaktoren und kam zum Schluß, daß die allmähliche Abnahme der Lebensbedingungen für die Bäume den Waldwuchs begrenzt.

Wenn uns hier auch vornehmlich die Waldgrenze im Alpenraum interessiert, so wollen wir doch in unsere Betrachtungen auch die untere Trockenheits-Waldgrenze mit einbeziehen. Denn an beiden Außenseiten der meist breiten, den Großteil der Kontinente bedeckenden Waldgürtel zeigen die Grenzen dieses Waldareals physiognomisch auffallende Parallelen. Sowohl an die alpine als auch an die untere - deserte - Waldgrenze schließen niedere Strauchgürtel an. An beiden Waldgrenzen sind diese Strauchgürtel unter natürlichen, ungestörten Verhältnissen schmal, häufig unterbrochen oder mosaikartig mit Baumgruppen verzahnt. Einzelbäume gibt es nur an der unteren Waldgrenze, wo allein die Bodenfeuchte über die Existenzmöglichkeit des Baumes entscheidet.

Nur an wenigen Stellen Europas können wir an einem einzigen Gebirgsprofil die obere und die untere Waldgrenze studieren (so etwa in Griechenland, Kreta, Spanien), umso besser jedoch in den Gebirgen Kleinasiens, besonders den beiden großen Randgebirgen Taurus im Süden und Pontischer Zug im Norden Anatoliens. Dort ist der in Europa vom Mittelmeer bis an die skandinavische Tundra über rund 3.000 km Breite ausgedehnte Waldgürtel so zusammengedrängt, daß er auf manchen Bergen nur einige hundert Meter breit bzw. hoch ist (Abb. 17). Auf solchen Gebirgsprofilen sind auch die Klimazonen, die sich in der horizontalen Verbreitung über Tausende von Kilometer erstrecken, auf einige hundert Meter zusammengedrängt. Die Grenzen der Vegetation und daher auch der Wälder sind dort sowohl nach oben als auch nach unten Scharfgrenzen (Abb. 3),

die Waldbestände unter natürlichen Verhältnissen geschlossen, ja dicht. Beiderseits der Waldgrenzen schließen niedere Strauchgürtel an und an diese Grasheiden, mit denen die Strauchgürtel vielfach mosaikartig verzahnt sind. An der deserten Waldgrenze sind es echte Grassteppen, die unter dem anthropogenen Einfluß noch extremer wurden und sich uns heute vielfach als Artemisiensteppen präsentieren. An der alpinen Waldgrenze sind es Kälte-Grasheiden, die häufig ebenfalls Steppencharakter besitzen, so z. B. die *Koeleria hirsuta* - *Festuca halleri* - *Laserpitium panax* - *Senecio tirolensis*-*Astragalus penduliflorus*-reichen Zirbenwaldtypen der West- und Südtiroler Zentralalpen, wie wir sie etwa im hintersten Martelltal (Ortlergruppe) antreffen. Dieser Steppencharakter wird unterstrichen durch die Tatsache, daß die Frosttrocknis als lebensbegrenzender Faktor an der alpinen Waldgrenze häufig auftritt (siehe auch den Beitrag von W. TRANQUILLINI im selben Band). Da also Frosttrocknis an der alpinen und Trockenheit an der deserten Waldgrenze den Baumwuchs beenden, ist verständlich, daß bei solch weitgehender Übereinstimmung der physiologischen Reaktion der Pflanzen auch eine physiognomische Ähnlichkeit in der Ausbildung der Waldgrenze die Folge sein muß.

In der Tat können wir die von SCHROETER so eindringlich beschriebenen verschiedenen Ursachen für die alpine Waldgrenze an vielen Stellen beobachten, ebenso auch an der unteren. Wir entdecken nur allzuhäufig wirtschaftliche Grenzen - wenngleich sie vielfach ihrer Häufigkeit wegen mit natürlichen Grenzen verwechselt werden -, und wir beobachten schließlich in den Gebirgen orographische Grenzen, wo Felswände, Muren, Lawenstriche, Steinschlag oder Blockhalden dem Waldwuchs ein Ende setzen. Auch die Windgrenze ist überall dort sehr deutlich erhebbar, wo Baum- oder wenigstens Krüppelreste vorhanden sind (Abb. 4). Die unterschiedliche Windresistenz der einzelnen Baumarten ist bei der Beurteilung der Windgrenze zu bedenken.

Durch Spätfröste bedingte Ober- und Untergrenze einzelner Baumarten können ebenfalls deutlich im Gelände sichtbar werden, noch besser aber durch Kartierung in Grund- oder Aufrissen. Als Beispiel hiezu diene Abb. 5, in der die aktuelle Vegetation im Tal-schluß des Engertales/Karwendelgebirge zur Darstellung kam. In diesem Graphikon sind Unter- und Obergrenzen von Buche und Tanne deutlich zu erkennen. Die Empfindlichkeit gegen Spätfröste erklärt unter anderem, warum die in den Südalpen nicht selten die Waldgrenze bildende Rotbuche in den Nordalpen nicht bis an die Waldgrenze vordringen kann und auf den flachen Talböden dort fehlt, wo die Kaltluft nicht abfließen kann.

DIE AUSBILDUNG DER AKTUELLEN WALDGRENZE

Ein großer Teil der Erdoberfläche - nämlich 34 % der Festlandfläche (= 50 Mill. km²) ist von Natur aus mit Wald bedeckt. In unseren dicht besiedelten Zonen mußte daher der Mensch in jahrtausendelangem zähem Ringen sein Kulturland dem Waldareal abtrotzen. Der Unterschied zwischen dem, was heute ist und dem, was ohne den Menschen heute wäre, ist weit größer als man gemeinhin annimmt. Wir alle sind, da wir in diesen Verhältnissen bereits aufwuchsen, geneigt, sie für natürlicher zu halten als sie es sind. In Wahrheit bekommen wir nur mehr dort ungestörte Bestände zu sehen, wo die Wälder entweder schwer erreichbar oder weit von den Siedlungen entfernt oder durch die Besitzverhältnisse geschützt sind (Abb. 6, 7). In den Alpen wird seit über 2000 Jahren Brandrodung und Weidewirtschaft betrieben; die ersten großen Rodungen durch Abbrennen der Wälder wurden mit dem 7. bis 5. vorchristlichen Jahrhundert datiert (siehe Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Band 59, Seite 43). In den kleinasiatischen Gebirgen sind bereits in der Jungsteinzeit große Siedlungen nachgewiesen, z. B. Catal Hüyük, das bereits im 7. vorchristlichen Jahrtausend eine ansehnliche Stadt war (ca. 30 km südöstlich Konya).

Aus den Aufzeichnungen von Xenophon, Theophrast, Horaz, Homer, Plinius und vor allem der Kreuzfahrer wissen wir, daß heute vollkommen entwaldete Steppengebiete Anatoliens damals wertvolle Wälder waren (HAFNER 1965). Selbst angesehene Wissenschaftler ließen sich von der wahren Natur der Verhältnisse täuschen. In Kleinasien sprach man bis vor kurzem von der ausgedehnten zentralanatolischen Steppe, bis sie sich durch konkrete Untersuchungen der letzten Jahre als sehr beschränktes Areal in der Umgebung des großen Salzsees Tuz Gölü erwies. In den Alpen wie anderen europäischen Gebirgen wurden sekundäre Erscheinungen so hingenommen, als seien sie natürlich und typisch, so etwa die allmähliche Auslichtung der Wälder nach oben hin, die breite, in eine untere und eine obere Stufe gegliederte subalpine Zwergstrauchheide, die ausgedehnten Legföhrenbestände und Grünerlenfluren und vielfach sogar die Bürstlingrasen (Nardetum). Diese Auffassung ging so weit, daß man sogar die entwaldete obere Zirbenwaldstufe in der Pflanzensoziologie nicht mehr als Waldeinheit sondern als eine Strauchgesellschaft bezeichnete (Rhododendretum cembretosum statt Pinetum cembrae).

DIE AUSBILDUNG DER NATÜRLICHEN POTENTIELLEN WALDGRENZE

In Gebieten, die für eine Besiedelung oder für die Begründung einer Alpe aus orographischen Gründen zu schwierig waren, treffen wir in Tirol noch eine größere Anzahl Naturbestände an der Waldgrenze an. Größere Bestände sind vor allem in den westtirolischen Zentralalpen erhalten, wo im Radurschel- und im Kaunertal die Wälder weitgehend ungenutzt blieben, weil sie den Österreichischen Bundesforsten gehören. Dagegen ist im unmittelbar benachbarten Pitztal der Wald vollkommen zerstört (FROMME 1957). Besonders zu erwähnen ist auch der berühmte Zirbenwald am Glungezer bei Innsbruck (Abb. 8, 15). In Osttirol trug die Steilheit des gesamten Bezirkes zur Schonung der Wälder bei; so ist unmittelbar neben dem flachen Talschluß des hintersten Defereggentales noch ein größerer Bestand, der Oberhauser Wald, relativ gut erhalten geblieben als einer der wenigen größeren Südhang-Zirbenwälder in Tirol. Die meisten und größten natürlichen Waldreste der ostalpinen Zirbenwaldstufe liegen in Südtirol, so etwa in den Dolomiten (Abb. 9), im Ultental, am Rittnerhorn, im Raum von Sulden am Ortler (Abb. 10 - 12), im Martelltal und besonders im Matschertal (Abb. 13), wo der dortige "Grafenwald" wohl einer der besterhaltenen Zirbenbestände überhaupt sein dürfte.

Von dreien der genannten Bestände entwarf ich nach Geländeaufnahmen schematische Aufrisse. Sie werden in der Folge kurz interpretiert, weil sie charakteristisch für die zentralen Ostalpen sind.

A) SULDENTAL/ORTLERGRUPPE

Die Sonnenseite des Suldentales zwischen Gomagoi und Sulden liegt im silikatischen Bereich der Ortlergruppe. Über einem unteren, warmem Fichtenwaldgürtel (*Piceetum montanum*), dessen Obergrenze etwa bei 1500 m Seehöhe verläuft, folgt eine breite, obere Fichtenwaldstufe (*Piceetum subalpinum*), in der bereits Lärche und Zirbe und vereinzelt noch Eberesche, Zitterpappel und Weißkiefer vorkommen (Abb. 10, 11). Das *Piceetum subalpinum* erreicht auf den Nordhängen, wo die Lärche dominiert, etwa 2100 m Seehöhe, auf den West- und Südhängen dagegen rund 1900 m Seehöhe. Darüber nimmt die größten Hangflächen des Suldener Talkessels ein Zirbenwald ein (*Pinetum cembrae*), der jedoch kein Reinbestand, sondern etwas mit Lärche und bis 2300 m Seehöhe noch vereinzelt mit Fichte durchmischt ist. Wir haben also einen etwas ausgelichteten Weidebestand vor uns, der aber weit besser als in anderen Tälern erhalten ist. Es kam daher noch nicht zu der sonst üblichen

Massenausbreitung von Alpenrosen und wegen des geringen Befalls mit *Chrysomyxa rhododendri* blieb die Fichte bis in ungewohnte Höhenlagen konkurrenzfähig. Dieser Zirbenwaldgürtel reicht bis gegen 2.300 m Seehöhe und oberhalb Gomagoi sogar noch darüber. Das genaue Studium des Verlaufes der Waldgrenze ergab, daß der obere Gürtel der Zirbenwaldstufe, nämlich der Zirbenreinbestand, bereits zerstört ist. Der Wald könnte auf der Sonnseite oberhalb Sulden bis nahe 2.500 m Seehöhe reichen.

Im Querprofil durch den Talkessel von Sulden zwischen Ortler und Vertanispitze zeigt sich ein anderes Bild, weil nun auch der schattseitige, von der Ortlertrias aufgebaute Hang zur Darstellung kommt (Abb. 12). Dieser Schattenhang trägt ebenfalls einen lärchenreichen Zirbenwald, der aber weit feuchter ist und aus verschiedenen Gründen anders auf Auslichtung, Beweidung und Holznutzung reagierte als der sonnseitige Bestand. Die Böden sind mächtige Podsole und von oben her drang die Alpenrose bis zum Talgrund herab in den Wald ein, sodaß sich jenes typische Bild einer baumbestandenen Alpenrosenheide darbietet. Am unteren, meist etwas steileren Hangteil, wo zum Niederschlag eine dauernde Bodendurchfeuchtung durch Hangwässer kommt, nimmt der Wald den Charakter eines feuchten Unterhangwaldes an. Dies kommt vor allem durch die Beimischung von Eberesche (*Sorbus aucuparia*), großblättriger und Spießweide (*Salix appendiculata* und *S. hastata*), Bergrose (*Rosa pendulina*), blauer Heckenkirsche (*Lonicera caerulea*) und im Unterwuchs von Meisterwurz (*Peucedanum ostruthium*), Waldstorchschnabel (*Geranium silvaticum*), Sauerklee (*Ocalis acetosella*), Moosglöckchen (*Linna borealis*), immergrünem Steinbrech (*Saxifraga aizoides*), Herzblatt (*Parnassia palustris*) und dem Straußenfedermoos (*Ptilium crista castrensis*) zum Ausdruck. Die aktuelle Obergrenze des Waldes liegt hier viel näher der potentiellen als am Sonnenhang, weil noch vor hundert Jahren die Gletscher bis etwa 200 m an den Wald heranreichten.

B) KAUNERTAL

C) MATSCHERTAL

Glücklicherweise schließen zwei der besterhaltenen Waldtäler im westlichen Tirol - das Kaunertal in Nordtirol (Farbbilder 1 und 4) und das Matschertal in Südtirol beiderseits des Alpenhauptkammes aneinander. Dadurch können wir im Längsprofil beider Täler die Waldverhältnisse über den ganzen Bereich der Innenalpen verfolgen (Abb. 13).

Im Kaunertal reichen großteils noch geschlossene Bestände bis etwa 2.200 m Seehöhe und das Matschertal mag geradezu als Muster für die natürlichen Waldverhältnisse in den silikatischen Tiroler



Abb. 2 Eine natürliche, anthropogen bedingte Waldgrenze, welche eine breite, geschlossene Zwergstrauchheide zur Folge hat. Zur Wiederaufforstung im Vordergrund werden Lärchen, Zirben und Fichten verwendet



Abb. 3 Blick auf die oberste, im Winter sehr schneearme Kampfzone bei Obergurgl. Beinahe alle Zirben sind durch Frostrocknis schwer geschädigt, vor allem jene Zweige, welche über die mit Schnee gefüllten Geländevertiefungen hinausragen



Abb. 4 Noch gut erhaltene Wälder an der alpinen Waldgrenze im Kaunertal (Zentralalpen Westtirols)



Abb. 5 Natürliche Verhältnisse an der alpinen Waldgrenze, gekennzeichnet durch geschlossenen Zirbenwald, schmale Auslichtungszone und schmalen Zwergstrauchgürtel

Zentralalpen gelten. Die aktuelle Waldgrenze erreicht dort an mehreren Stellen 2.300 m Seehöhe. In beiden Fällen ist gut der talwärts, also gegen den Alpenhauptkamm hin leicht ansteigende Verlauf der Waldgrenze zu beobachten wie auch das Abknicken am Talschluß. Ebenso charakteristisch ist das Absinken der Waldgrenze auf den Nordhängen jeder Seitentalmündung.

Die Fichtenbestände reichen am Talschluß des Kaunertales bis nahe dem 1928 m hoch gelegenen Gepatschhaus des Alpenvereins empor. Darüber liegt ein Nadel-Mischwaldgürtel aus Zirben, Lärchen und Fichten (in der Reihenfolge des Mengenanteils), über dem ein 100 bis 200 m breiter Zirbenreinbestand folgt. Die Waldgrenze ist großteils durch die Alpwirtschaft um rund hundert Höhenmeter gedrückt, an einzelnen Stellen reichen aber Waldreste bis zur potentiellen Waldgrenze empor. In beiden Tälern betrachteten wir die etwas sonnigeren Westhänge, weil sie besser erhalten sind als die Osthänge. Im Kaunertal ist dies die orographisch rechte, im Matschertal die linke Talseite.

Noch deutlicher zeigt das Querprofil des Kaunertal-Westhanges bei Fichten die übereinander liegenden Nadelwaldgürtel verschiedener Struktur (Abb. 14). Über einem prächtigen, dichten Unterhang-Sauerklee-Fichtenwald (*Piceetum montanum*) schließt ein schmaler Lärchen-Fichtenwald und darüber ein rund 150 Höhenmeter breiter Lärchen-Zirbenwald (beide zum *Piceetum subalpinum* gehörig und als *Linnea*-reiche Waldtypen ausgebildet) an. Erst über diesem zweigeteilten *Piceetum subalpinum* liegt der eigentliche Lärchen-Zirbenwald. Auch dieser ist klar in zwei Gürtel geteilt, dessen unterer wiederum durch die Mischung von Lärche und Zirbe und dessen oberer durch den Aufbau aus einer einzigen Holzart, der Zirbe, gekennzeichnet ist.

Stellten wir im Kaunertal, wo die Fichte eine bedeutende Rolle spielt, eine Viertelung innerhalb der subalpinen Wälder fest, so wird diese Stufengliederung im Matschertal noch reicher, weil dort die Lärche einen weit größeren Anteil am Aufbau der Wälder hat. Das *Piceetum subalpinum* gliedert sich in einen unteren, fichtenreichen und einen oberen, lärchenreichen Gürtel, das *Pinetum cembrae* ist deutlich dreigeteilt in eine untere, lärchenreiche, eine mittlere, lärchenarme und eine obere, lärchenlose Stufe.

ERGEBNISSE

Fassen wir kurz die Gemeinsamkeiten aller untersuchten, auch jener hier nicht besonders beschriebenen Gebiete zusammen, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

A) Nicht jede Holzart ist gleich gut geeignet, die Standortverhältnisse an der Waldgrenze zu ertragen. Dieser unterschiedlichen

Eignung entsprechend scheiden manche Arten früher, manche später aus. Tiefer gelegene Waldgürtel sind daher artenreicher als höhergelegene und je mehr wir uns der potentiellen Waldgrenze nähern, umso ärmer an Baumarten werden die Wälder. In den östlichen Zentralalpen sind die bestandbildenden Bäume Fichte, Lärche und Zirbe. Die höchsten Bestände sind dort immer reine Zirbenwälder, die am Südhang eine größere, am Nordhang (weil dort die Lärche begünstigt ist) eine geringere Höhenausdehnung besitzen.

In anderen Gebirgen ist dies ähnlich. Während die tropischen Wälder aus mehreren hundert verschiedenen Baumarten aufgebaut sind, bestehen all unsere verschiedenen Waldtypen in den Ostalpen aus nur etwa 30 Bäumen. Dasselbe gilt für die hier zum Vergleich herangezogenen kleinasiatischen Gebirge und den Kaukasus, wo z. B. in der Kolchis etwa 40 Baumarten die Wälder aufbauen. Wir empfinden diese Wälder als reich. Sowohl an der oberen wie an der unteren (Trockenheits-)Waldgrenze dieses Gebietes werden die grenznahen Bestände von einer einzigen Baumart aufgebaut und zwar an der oberen Waldgrenze entweder von *Abies nordmanniana* oder *Abies bornmülleriana* oder *Picea orientalis* oder *Pinus silvestris* (im Pontischen Gebirge) bzw. *Abies cilicica* (Abb. 6), oder *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* (im Taurus).

Von MORRIS (1965) werden ähnliche Verhältnisse für Neuseeland und im Beitrag von MOSER für Südamerika belegt, wo in beiden Fällen *Nothofagus*arten und zwar immer nur eine einzige die Wälder an der Waldgrenze aufbauen, WARDLE 1965 beschreibt die alpine Waldgrenze in Colorado und Mexico.

B) Wir beobachteten immer wieder geschlossene, z. T. sogar sehr dichte Bestände bis unmittelbar an die Baumgrenze heran und zwar wiederum in allen hier verglichenen Gebirgen (Farbbilder 5, 8, 9). Die Bestände sind dort arm an strauchigem Unterwuchs und bei optimalen Verhältnissen ist sogar die Feldschicht durch Lichtmangel sehr reduziert (Abb. 6, 8, 15). Die Stammzahl ist sehr groß, z. T. durch die schmale Krone begründet. Es gibt im Zirbenwaldgebiet unter natürlichen Verjüngungsverhältnissen außerordentlich dichte Jungwüchse, in denen mehr als die Hälfte der Einzelbäume bis zum Stangenalter aus Lichtmangel ausgelesen wird (Abb. 16). Diese Bestände sind gute Ertragswälder.

Die allmähliche Auslichtung der Wälder gegen die Baumgrenze hin ist also offensichtlich keine natürliche, sondern eine sekundäre Erscheinung, meist anthropogen bedingt. Lediglich auf felsigen Standorten gibt es lichte, natürliche Wälder, die aber richtiger als Mosaik von Baumgruppen, Krummholz, Zwergstrauch- und Grasheiden zu bezeichnen sind (Abb. 9), wohl aber verringern sich in den geschlossenen Wäldern die Baumhöhen mit zunehmender Seehöhe und daher nimmt die Zuwachsleistung nach oben ab.

C) Auch die bisherige, etwas romantische Vorstellung von der Kampfzone kann bei unseren Beobachtungen an natürlichen Grenzwäldern nicht gehalten werden. Der Wald löst sich nämlich nicht in einzelne Bäume auf. Dort, wo noch Einzelindividuen zu wachsen vermögen, wäre auch Waldwuchs möglich. In einer schmalen Zone von meist nur etwa 50 Höhenmetern stehen nur mehr Baumgruppen. Diese Gruppen sind in sich dicht geschlossen und meist fast frei von bodenbedeckendem Unterwuchs. Zwischen diesen Baumgruppen treffen wir, mosaikartig verteilt, geschlossene Flecken der subalpinen Zwergstrauchheide an, also von Alpenrosen-, Zwergwacholder-, Vaccinien-, Gems- und Besenheide. In die Wälder dringen diese lichtbedürftigen Zwergsträucher nur dann hinab, wenn die Bestände ausgelichtet werden. Das kann natürlich nicht nur durch den Menschen sondern auch durch Katastrophen erfolgen, etwa durch Windwürfe oder Lawinen. In der anthropogen unbeeinflussten Waldentwicklung werden die Zwergsträucher jedoch bald wieder aus dem Waldareal hinausgedunkelt.

D) Die über dem Wald liegenden subalpinen Zwergstrauchheiden sind unter natürlichen Verhältnissen schmale Zonationen, die vielfach gar nicht zu geschlossenen Gürteln zusammenwachsen (Farbbilder 5, 8, Abb. 6, 7), sondern in Gruppen aufgelöst sind, zwischen die von unten die letzten Baumgruppen und von oben bereits alpine Grasheiden eindringen. Die häufig getroffene Unterscheidung zwischen einer unteren und einer oberen Zwergstrauchheide ist demnach nicht für die natürliche Vegetation, sondern nur für die Ersatzgesellschaften berechtigt (Abb. 1, 2). Die untere Zwergstrauchheide gehört dann dem potentiellen Waldareal an. Dieselben Verhältnisse können wir in den anatolischen Gebirgen gut verfolgen, wo im Pontischen Gebirge mehrere hundert Höhenmeter breite Rhododendron-Gürtel Zeugen für die Waldverwüstung sind (Abb. 17) ebenso wie etwa im Taurusgebirge, wo die sonst sehr schmalen und vielfach durchbrochenen Acantholimon-Igelheiden an manchen Stellen heute das gesamte Waldareal einnehmen (Abb. 18). Auch für andere lichtbedürftige Strauchgesellschaften gilt dasselbe, so etwa für die Latschenfelder (*Pinetum mugii*) und Grünerlengebüsche (*Alnetum viridis*), welche ebenso wie die Alpenrosenheiden außerordentlich waldverjüngungsfeindlich sind, sodaß es schließlich am Rande dieser Strauchbestände durch ihre verdämmende Wirkung zu der von SCHROETER beschriebenen "biotischen Waldgrenze" kommt.

SCHLÜSSE FÜR DIE FORSTLICHE PRAXIS

Uns interessieren nun in erster Linie die aus diesen Beobachtungen möglichen Schlüsse für die Praxis. Dieses Interesse bestand schon vor Jahren, als die ersten großflächigen Aufforstungen in den

Hochlagen Tirols begonnen wurden. Wir bedienten uns daher vorerst einer einfachen Zustandsdiagnose, um rasch die potentiellen Waldflächen in einem Projektgebiet festlegen zu können. Dies war bei Anwendung der bisher beschriebenen Erkenntnisse nicht allzu schwierig, sofern man keine hohe Genauigkeit forderte.

Die in unserem Arbeitsgebiet aufgenommene Vegetationskarte Tirols 1:25.000 war dafür eine wichtige Voraussetzung, weil erst sie einen Überblick über größere Landesteile ermöglichte (siehe SCHIECHTL 1961). Aus ihr konnten wiederum auf kartographischem Wege bei gleichzeitiger Verwertung der bisherigen Detailuntersuchungen unserer Kleinklimatologen, Bodenkundler, Bodenbiologen und Physiologen - Karten der potentiellen Waldflächen in verschiedenen Maßstäben entworfen werden.

Eine Vorarbeit hiezu war die sehr großräumige Karte 1:2.5 Mill. von Anatolien, die ich gemeinsam mit R. STERN nach zwei größeren Reisen durch Kleinasien und auf Grund der bereits vorliegenden Wald- und Klimakarten der Türkei (siehe Literaturverzeichnis) sowie der Waldgrenzen-Linienkarte von LOUIS 1939 entwarf (Abb. 21). Gleichzeitig entstand eine Karte des potentiellen Waldareals im westlichen Teil des Kilikischen Ala Dağ samt seinem Vorland im Maßstab 1:75.000 (Abb. 18 - 20).

Der nächste Schritt war der Entwurf einer Regionalplanungskarte für den Bezirk Osttirol im Maßstab 1:100.000 (siehe Literatur). In dieser Karte sind neben der potentiellen Waldgrenze bereits jene Flächen ausgeschieden, die nach meiner Auffassung aus gesamtwirtschaftlichen Gründen Waldland sein sollten und daher aufzuforsten sind. Dabei waren nicht allein die Ertragsmöglichkeiten aus den verschiedenen Kulturgattungen Grundlage der Überlegungen, sondern auch die Wohlfahrts- und Schutzwirkungen gegen Lawinen, Muren, Wasserabfluß, ferner Klimaschutz und Schaffung von Erholungsräumen. In einem heute vollkommen entwaldeten Teilgebiet Osttirols, dem innersten Defereggental, entwarf ich weiters eine noch detailliertere Karte im Maßstab 1:25.000 (Abb. 22). Dieses Tal war allgemein in den Landkarten als "Affental" bezeichnet und es war vorerst unverständlich, woher in einem tirolischen Hochgebirgstal diese Bezeichnung rühren könne. Bei Auskartierung der subalpinen Zwergstrauchheide und darauffolgenden Eintragung der potentiellen Waldgrenze ergab sich, daß ein großer Teil des Tales mit Zirbenwald bestockt sein könnte. Nun war plötzlich klar, daß der Kartograph nur die Arven zu Affen gemacht hatte.

All diese Karten können für den ausführenden Forstingenieur nur indirekte Planungsunterlagen sein. Der Praktiker braucht für seine Projekte Maßnahmenkarten, in denen die einzelnen Unterscheidungen verschiedene Arbeitsweisen (z. B. Loch-, Klemm-, Ballenpflanzung oder Saat), verschiedene Baumarten und verschiedene technische Maßnahmen sind. Der Entwurf solcher Karten ist nach der

geleisteten Vorarbeit möglich (Abb. 23), und in einem Falle wurden im Mittleren Zillertal bereits die Aufforstungsarbeiten zu einem Großteil auf grund eines von der Außenstelle für subalpine Waldforschung eingeholten Gutachtens mit Maßnahmenkarte 1 : 7.500 ausgeführt (Verfasser des Gutachtens waren Dr. SCHIECHTL und Dr. Ing. STERN)!

Weil gerade hiemit der Praxis gedient ist, wird dieses Gutachten als Beispiel zum Abschluß auszugsweise veröffentlicht:

GUTACHTEN

1. Allgemeine Beschreibung

Das Projektgebiet "Mittleres Zillertal" liegt auf der orographisch linken Talseite des Zillertales, also in der subalpinen Stufe der Tuxer Voralpen westlich der Ortschaften Mayrhofen bis Aschau. Damit schließt das Gebiet im Norden an jenes des "Vorbeugungsprojektes Vorderes Zillertal" an (Abb. 1), welches aus mehreren Publikationen bereits bekannt ist.

Die zur Aufforstung vorgesehenen Hänge liegen in 1500 bis 2100 m Seehöhe über der heutigen aktuellen Waldgrenze, also im wesentlichen in der Lärchen-Zirbenwald-Stufe, im unteren Teil noch in der subalpinen Fichtenwaldstufe (Abb. 2). Das Gebiet liegt am Rande der kontinentalen Innenalpenzone und dürfte einen mittleren Jahresniederschlag von 1000 bis 1600 mm erhalten.

Der nördliche Teil des Projektgebietes (vom Sidanbach bis zur Nordgrenze) gehört der Quarzphyllitzone an. Dagegen schließt nach Süden (also Unterberg, Horberg und Penken) die untere Schieferhülle an und zwar z.T. mit ähnlichen Gesteinsarten wie in der Quarzphyllitzone (Glimmerschiefer, Gneise, Quarzite), zu einem erheblichen Teil aber ganz anderen, nämlich Serien der alpinen Mitteltrias, sogar mit kristallinen Kalken. Das Projektgebiet ist also durch diese geologischen Gegebenheiten streng in zwei verschieden zu behandelnde Gebiete zu teilen. Das Gutachten beschränkt sich auf das nördliche Teilgebiet zwischen Sidanbach und Mezunalpe.

Entsprechend dem Aufbau aus Quarzphylliten und relativ weichen Schieferen der Grauwackenzone überwiegen im behandelten Teil sanfte Geländeformen. Felspartien beschränken sich auf unbedeutende Ausmaße. Dagegen spielen ausgedehnte Blockhalden - vor allem im Bereich der Lawinenzüge ober Laimach eine große Rolle. Im Großen umfaßt das Aufforstungsgebiet die mittleren Einhänge der westlichen Nebenbäche zum Ziller und ist daher vorwiegend nach Osten orientiert.

Vegetationskundliche Beurteilung

Infolge der außerordentlich dichten Besiedelung wurde nicht nur der subalpine Wald für die Alpwirtschaft herangezogen und letztlich dadurch zerstört, sondern auch noch der darunterliegende montane Fichtenwald durch die Anlage eines Astengürtels aufgelöst. Auf den Asten besteht für das Vieh ein großer Streubedarf, der z. T. durch Astnutzung, z. T. durch Rodung der Bodenvegetation gedeckt wird. Dabei wird die Strauchschicht mit kurzen Bergsensen gemäht und dann mit groben Eisenrechen auch noch die Moos- und oberste Humusschicht abgezogen.

Im Aufforstungsgebiet haben die Waldreste in der Umgebung der Asten den bestehenden Streubedarf nicht mehr decken können. Man ging deshalb weit über den Wald hinaus bis über 2000 m Seehöhe. Dadurch ist die nach der Entwaldung aufgekommene subalpine Zwergstrauchheide ebenfalls stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Als Ergebnis dieser Einflüsse finden wir heute eine starke Verborstung und ein Überwiegen von gemischten *Nardus-Calluna*-Heiden, wie überhaupt ein niederer, wärmegetönter Zwergstrauchbewuchs (*Calluna* in allen Zwergstrauchgesellschaften beigemischt) charakteristisch ist. Neben der Streunutzung, der Entwaldung und Beweidung ist die heutige Vegetation auch eine Folge von Schwendungen. Auf dem Sonnenhange oberhalb der Krößbrunnalpe sind solche augenscheinlich noch in jüngster Zeit erfolgt, wie an den verkohlten Fichtenjungwuchsresten festgestellt werden kann.

Ungefäher Flächenanteil der vorhandenen Pflanzengesellschaften an der gesamten Aufforstungsfläche (geschätzt):

a) <i>Calluneto-Nardetum</i> und niederes <i>Callunetum</i> mit <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> , hervorgegangen aus Streurodungen	35 %
b) Gemischtes niederes <i>Vaccinietum</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> überall vertreten, <i>V. myrtillus</i> , <i>Calluna</i> und <i>Rhododendron ferrugineum</i> beigemischt (größtenteils alte Streurodungsflächen)	30 %
c) <i>Rhododendretum ferruginei</i>	10 %
d) Fast reines <i>Callunetum</i> , windgetönt, daher etwas mit <i>Juncus trifidus</i> , <i>Loiseleuria procumbens</i> und <i>Cetrarien</i> durchsetzt	8 %
e) Moos- und Torfmoos- z. T. Wollgrasreiches <i>Rhododendreto-Vaccinietum</i> , meist mit hohen Rohhumusbülten	6 %
f) <i>Alnetum viridis</i> mit Flaumbirke, großblättriger Weide und Eberesche (in tieferen Lagen vorwiegend auf Blockhalden)	5 %
Übertrag	94 %

	Übertrag	94 %
g)	Reine Grasheiden (Nardeta, Calamagrostideta, Cariceta, Deschampsieta)	5 %
h)	Flechtenheiden (Cetrarieta und Alectorieta) mit <i>Loiseleuria procumbens</i> und <i>Juncus trifidus</i>	unter 1 %
i)	Pinetum mugii	unter 1 %
		<u>100 %</u>

2. Aufforstungsgrenzen

Gegenüber dem Projekt werden ohne Berücksichtigung der rechtlichen Verhältnisse an einigen Stellen Änderungen vorgeschlagen. Dabei sind nur Gründe der Zweckmäßigkeit berücksichtigt, so z. B. am Anschluß zur heutigen Waldgrenze und zu Almen die optimale Nutzungsmöglichkeit der Flächen. Denn ebenso unverantwortbar, wie etwa die extensive Weidewirtschaft auf den ausgedehnten, von Natur aus zum Waldgebiet gehörigen Steilhängen wäre eine Aufforstung auf guten, schwach geneigten, seit langem als Wiese genutzten Böden. Aus diesem Grunde wurde z. B. der Rücken zwischen Filzenboden und Arbiskopf ausgeschieden. Diese Böden sind so lange Zeit hindurch beweidet, gemäht und gerodet worden, daß eine Aufforstung nur mehr sehr arbeitsintensiv erfolgreich sein dürfte, die Anlage einer Schipiste mit Liftanlage dürfte nur eine Frage weniger Jahre sein.

Die obere Aufforstungsgrenze ist durch besondere Terrainschwierigkeiten (Schrofen und Blockhalden) oder durch klimatische Verhältnisse gegeben (Wind, zuviel Schnee, zu lange Schneebedeckung, Kälte). Grundsätzlich gingen wir nicht über die heutige potentielle Waldgrenze hinaus.

In der beiliegenden Karte (Abb. 23) ist die im Projekt vorgesehene Aufforstungsgrenze strich-punktiert umfahren, die laut Gutachten vorgeschlagene hingegen ausgezogen. Die gegenüber dem Projekt nicht aufzuforstenden Flächen erscheinen daher weiß, die neu hinzugenommenen in einer der drei Schraffen. Insgesamt wurden 72 Hektar von der Aufforstung ausgenommen, dagegen 38 Hektar neu hinzugenommen, sodaß die gesamte Aufforstungsfläche dadurch im nördlichen Bereich des Projektgebietes (zwischen Sidanbach und Öfelerjoch) um 34 Hektar von 377 auf 343 Hektar reduziert wird (Planimetrierung nach der Karte 1:7.500).

3. Aufforstungsmethodik

Aufforstung:

Siehe beiliegende Karte (Abb. 23).

a) Fichtenzone:

Auf diesen Flächen kann mit Fichte aufgeforstet werden, Lärche soll, Zirbe kann beigemischt werden und zwar nach oben hin in

zunehmendem Maße. Prozentuelle Verteilung auf der Gesamtfläche
Fichte : Lärche : Zirbe 70 : 20 : 10.

b) Lärchen-Zirben-Mischzone:

Prozentuelle Verteilung Lärche : Zirbe = 80 : 20. Später erforderliche Nachbesserungen sind je nach den Ausfällen der Erstkultur mit Zirbe zu machen. Im untersten Teil, vor allem auf warmgetönten Südosthängen, kann später Fichte unterbaut werden.

c) Zirbenzone:

Im oberen Teil ausschließlich, im unteren Teil vorwiegend Zirbe, Lärche beigemischt. Prozentuelle Verteilung: Zirbe : Lärche = 90 : 10.

Flächenausmaße und Pflanzenbedarf:

				Fichte	Lärche	Zirbe	Ges. Pfl.
Fichtenzone	N 63,6	S 53,8	117,4	328.720	93.920	46.960	469.600
Mischzone	N 75,3	S 72,6	147,9		473.280	118.320	591.600
Zirbenzone	N 34,3	S 43,8	78,1		31.240	281.160	312.400
Summe	N 173,2	S 170,2	343,4	328.720	598.440	446.440	1.373.600

Diese Zahlenangaben beruhen auf der Erfahrung, daß eine Anzahl von mehr als 3.000 Pflanzlöchern je Hektar aus mehreren Gründen unzweckmäßig und unwirtschaftlich ist. In die angenommene Pflanzenzahl von 4.000 Stück/Hektar für die Erstkultur sind daher auch die Klemmpflanzen einbezogen worden. Deren Dichte hängt so sehr von den lokalen Verhältnissen ab, daß keine genaueren Angaben möglich sind. Im Gegensatz zum Aufforstungsgebiet des Vorbeugungsprojektes "Vorderes Zillertal" kommen jedoch im "Mittleren Zillertal" größere Flächen für Klemmpflanzungen in Betracht.

Innerhalb der drei verschiedenen Holzartenzonen (Fichtenzone, Lärchen-Zirben-Mischzone, Zirbenzone) wechseln die Standorte außerordentlich stark. Daher ist es nicht möglich, die Aufforstung uniform in der Weise durchzuführen, daß z.B. die ganze Fichtenzone mit 70 % Fichte, 20 % Lärche und 10 % Zirbe besetzt wird. Sondern entsprechend den unterschiedlichen Geländeverhältnissen und der unterschiedlichen aktuellen Vegetation wird es z.B. Stellen geben, die auch in der Fichtenzone ausschließlich mit Zirbe bepflanzt werden müssen. Die angegebenen Prozentzahlen betreffen nur die geschätzten Gesamtverhältnisse zur Ermittlung des Pflanzenbedarfs. Daneben wird der Einsatz verschiedener Pflanz- und Saatmethoden über Erfolg oder Mißerfolg entscheiden.

Wir gehen dabei von der Tatsache aus, daß die aktuelle Vegetation als Standortkennzeichner am besten geeignet ist. Ferner liegt unseren Vorschlägen der Wunsch zugrunde, arbeitsintensive Maßnahmen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Der folgenden Tabelle liegt die auf Seite 12 beschriebene Vegetationsverteilung zugrunde.

	Flä. Anteil	Methoden der Pflanzung	
		Saat	Pflanzung
a) Calluneto-Nardetum	35 %	Langloch-S., auf S-Hängen in Ban- kette	Klemmpfl. Kleinlochpflanzung
b) Gemischtes, niederes Vaccinietum	30 %	in offene Stellen u. Pflanzlöcher	Kleinlochpfl., z. T. Klemmpflanzung
c) Rhododendretum ferr.	10 %	Nur in Pflanz- löcher	Großlochpfl.
d) Callunetum	8 %	Offene Stellen u. Langloch mit Ver- trocknungsschutz	Tieflochpfl., Kleinloch, z. T. Klemmpflanzung
e) Nasses, hohes Rhodo- dendreto-Vaccinietum	6 %	nur in Pflanzloch oder Umbruch	Großloch
f) Grünerlen-Krummholz	5 %	in möglichst gro- ßen Flächen	Kleinloch u. Klemmpfl. nach vorheriger Schlä- gerung
g) Reine Grasheide	5 %	nur in Langloch oder Umbruch	Umbruch, Langloch oder Auslassen
h) Flechtenheide	1 %		Kleinloch, nur Zirbenpfl.
i) Legföhrenkrummholz	1 %	wie f)	wie f)

Zu den einzelnen Pflanzmethoden ist zu sagen:

a) Lochpflanzung.

Auf Standorten mit hoher Vegetation und "federndem Oberboden" wird die Lochpflanzung wohl nie durch billigere Methoden ersetzt werden können. Trotzdem gibt es auch dort durch Variation verschiedener Lochtypen die Möglichkeit, an Arbeitskraft zu sparen und optimalen Erfolg zu sichern. Das bisher bevorzugte, mit zwei Pflanzen besetzte Großloch ist nur auf hochbültigen, meist moosreichen Rhododendreten und Vaccinieten (mit hohem Vacc. myrtillus-Anteil) begründet. Im behandelten Teil des Projektgebietes ist dies in großen Flächen am Nordhang des Talbachkessels und am vernästen Osthang oberhalb der Loach-Aste der Fall. An Stelle der Besetzung mit einer zweiten Pflanze wäre in Zukunft eine Saat in das vorderste Drittel des Loches zu empfehlen, denn dies kommt erheblich billiger als eine Pflanzung und führt - wie die Saaten im obersten Rischbachgebiet bewiesen - auch im "Rohhumus" zu gutem Erfolg, sofern er das ganze Jahr über feucht genug bleibt.

Auf sonnseitigen (besonders auf steilen) Hängen wären Tieflöcher zu bevorzugen. Das heißt, daß die Pflanzlochoberfläche möglichst klein und die Pflanze selbst vertieft gesetzt sein sollte. Dadurch kann der Austrocknungsgefahr gut begegnet werden, weil auch die Wasserspeicherkraft des Loches durch die vertiefte Form erhöht wird. Abdeckung der Pflanzlöcher mit Steinen und beim Tiefloch auch mit abgehackten Zwergstrauchzweigen werden die Ausfälle verringern. Wo Tieflöcher nicht möglich sind, können normale Pflanzlöcher zum selben Effekt führen, wenn sie mit Steinen abgedeckt oder durch Saat kleinbleibender, kurzlebiger Leguminosen vor Austrocknung geschützt werden (z. B. Wicken, Erbsen, Inkarnatklees, Hornschotenklees, Gelbklee).

Auf allen stark mit Gräsern durchmischten Heiden besteht die Gefahr einer Verunkrautung. Diese ist von den Seiten her am größten, von oben her am kleinsten. Daher sind hier Langlöcher angebracht, wie sie in Italien für derartige Aufforstungen fast ausschließlich und mit gutem Erfolg verwendet werden. Für die Bepflanzung gilt dasselbe wie bei Großlöchern. Auf flachen Hängen wäre die Möglichkeit eines Maschineneinsatzes zu ihrer Herstellung zu prüfen.

Die größte Bedeutung besitzt jedoch zweifellos das Kleinloch. Wohl kann es nur auf niederen Zwergstrauchheiden eingesetzt werden, gerade diese (Calluneto-Nardeta und niedere Vaccinieta) nehmen aber im Projektgebiet die größten Flächen ein. Dort fehlen die mächtigen Rohhumusaufgaben und daher genügt ein Pflanzloch, das gerade groß genug ist, um die Pflanze richtig einsetzen zu können.

b) Umbruch.

Als solcher ist hier das notwendige Abschälen der Vegetationsdecke aufzufassen. Er wäre also dort angebracht, wo nicht mehr erwartet werden kann, daß sich die aktuelle Vegetation in einigen Jahren durch die Ausschließung der Beweidung allein wieder regeneriert, also auf verfilzten, flachen Rasengesellschaften und auf den vernähten Rhododendreto-Vaccinieten (im Projektgebiet der Filzenboden und die flachen Hänge östlich und südlich des Öfelerjoches). Als einzige realisierbare Umbruchmethode kommt wohl ein maschineller Streifenumbruch in Betracht, wozu gewöhnliche, pferdebespannte Pflüge genügen dürften. Versuche über ihre Durchführbarkeit wären zweckmäßig.

c) Klemm- bzw. Winkelpflanzung.

Sie wäre als rationellste Pflanzmethode sehr erwünscht. Konnte sie in den bisherigen Aufforstungsgebieten nur in unerheblichem Ausmaße angewandt werden, so dürfte sie doch im mittleren Zillertal wesentlich an Bedeutung gewinnen. Für diese Behauptung besitzen wir zwar noch keine stichhaltigen Beweise, wohl aber deuten einerseits die ersten Ergebnisse (Ausfallprozente) aus den bisher angelegten bescheidenen Versuchspflanzungen darauf hin, daß nicht nur in den niederen, dichten Zwergstrauchheiden (bes. Vacc. uliginosi), sondern auch in den dichten Grasheiden (fast reine Nardeta) die Ausfälle kaum höher liegen als bei der Lochpflanzung in diesen Vegetationsgesellschaften. Allerdings sind in den reinen Nardeta auch bei Lochpflanzung die Ausfälle sehr hoch (Zirbe um 50 %, Lärche 6 %, Fichte 1 %), (weshalb bereits vorne der Umbruch für diese Stellen vorgeschlagen wurde). Gerade rasendurchsetzte niedere Zwergstrauchheiden nehmen im Projektgebiet große Flächen ein, sodaß dort die Klemmpflanzung sicherlich in weit größerem Umfang eingesetzt werden kann als bisher. Sie wäre aber mit größtmöglicher Sorgfalt auszuführen.

d) Umwandlung der Grünerlen- und Legföhrenkrummholzbestände.

Hierüber liegen bereits einige Erfahrungen vor und zwar in Legföhrenbeständen auf der Innsbrucker Nordkette (Aufforstungsgebiet "Schneggengufel") und in Grün- und Grauerlenbeständen zahlreicher Grünverbauungen.

Auf Grund dieser Erfahrungen kann mit großer Sicherheit gesagt werden, daß in beiden Beständen Saaten erfolgversprechend sind, daß jedoch auf Pflanzungen nicht ganz verzichtet werden kann. Voraussetzung ist dabei die teilweise Schlägerung des Krummholzes. Kleinere Bestände (unter 1000 m²) können zur Gänze abgeholzt werden. Größere Bestände dürfen jedoch nur zu ca. 50 % kahlgeschlagen werden, die Blößen sind sofort zu besäen (Vollsaat) und zu

bepflanzen. Keinesfalls dürfen die Aushiebe in Streifen angelegt werden, weil sich gezeigt hat, daß hiedurch die Verjüngung erschwert wird. Vielmehr sollen die Blößen eine unregelmäßige Form erhalten, welche vom Gelände abhängt und einen Durchmesser von der ca. fünffachen Höhe der bestandbildenden Grünerlen oder Legföhren besitzt. Innerhalb der Blößen ist es notwendig, die Erlen knapp am Boden, die Latschen hingegen etwa kniehoch abzuhaufen. Die Hauptgefahr für die junge Kultur sind die starke Bewegung der elastischen Krummholzäste, der Druck des mit Schnee belasteten Krummholzes und das rasche Wachstum der Grünerle mit dem dadurch verursachten Lichtenzug. Bei Grünerlenbeständen wird aus diesem letzten Grunde nach ca. 4 Jahren ein zweites Nachschneiden erforderlich, in wüchsigen Lagen schon früher.

Bedenken wegen Rutschgefahr durch das Ausholzen der Krummholzbestände bestehen nicht, denn Legföhren stocken überhaupt nicht auf bewegtem Boden und Grünerlen wirken nicht durch ihr (extrem flaches) Wurzelwerk festigend, sondern durch den Wasserentzug aus dem Boden. An diesem ändert sich jedoch nichts, weil ja die Erlen durch die Schlägerung nicht absterben, sondern neu ausschlagen.

Die zweite Hälfte des Krummholzes kann erst abgeholzt und anschließend aufgeforstet werden, wenn die Kultur auf der ersten Hälfte entsprechend dicht und groß geworden ist. Damit kann in günstigen Lagen in 10 bis 15 Jahren, in ungünstigen Lagen in etwa 15 bis 25 Jahren gerechnet werden.

e) Saaten.

Vorläufig kommen nur Lärchen- und allenfalls Fichtensaaten in Betracht, weil die Zirbensaat einerseits zu sehr von Mäusen und Hähern verfolgt wird und andererseits auf Schwierigkeiten bei der Bewältigung großer Samenmengen in kurzer Zeit stößt (Selbsterhitzungsgefahr des Saatgutes).

Die Lärche stellt zu ihrer Keimung bestimmte Anforderungen an das Keimbett, vor allem ein ausgeglichenes Bodenfrischklima, gleichzeitig aber volle Belichtung. Humusreicher Oberboden ist kein Hindernis für die Lärchenkeimung, wohl aber eine zu mächtige Grobmoderschicht. Daher ist auf solchen Standorten nur entweder nach Umbruch oder in die Großpflanzlöcher eine Lärchensaat möglich (Durchmischung humosen und mineralischen Bodens). Die fast immer unverrotteten Streuaufgaben in den Latschenbeständen kommen für Lärchensaat nicht in Betracht, wohl aber der darunterliegende Boden nach Abziehen der Streuschicht.

Die größte Gefahr für eine Lärchensaat ist eine oberflächliche Austrocknung des Bodens. Die Lärchensaat auf Sonnhängen sollte daher bei normalen Pflanzlöchern in das hintere Drittel oder an den Grund der seitlichen Böschungsränder des Pflanzloches eingebracht

werden. Wie die Saatversuche auf der Herzwiese (Nordkette), weiters oberhalb der Mezumalpe (Zillertal) und bei Obergurgl zeigten, vermag eine einfache Abdeckung (Steine, Moos, Flechten, Zwergstrauch-äste) und die Auswahl der beschatteten Ränder innerhalb der Saatflächen den Keimlingen großen Schutz zu bieten. Auch von gleichzeitigen Schutzsaaten kurzlebiger Leguminosen ist eine ähnliche Wirkung zu erwarten, doch fehlen hierüber noch ausreichende Erfahrungen.

Als Pflanzbett kommen in erster Linie bereits vorhandene, fast vegetationslose Stellen in Betracht, die leicht gelockert und notfalls vergrößert werden können, worauf die Plätze Saat einzubringen wäre. Auf extrem wärme- und windgetönten Standorten sollten kleine Geländevertiefungen ausgewählt werden.

Bei der Anlage künstlicher Saatbeete hat sich die langgestreckte Bankettform, besonders in Grasheiden und auf trocken-heißen Südhängen, weitaus am besten bewährt.

Für die Fichtensaat gilt prinzipiell dasselbe wie für die Lärchensaat, doch bleibt ihre Anwendung auf erheblich kleinere Flächen beschränkt. Auch kommt sie nicht für die Anlage einer Vorkultur in Betracht, sondern nur zur Ergänzung der Aufforstung und zum späteren Unterbau bereits angekommener Erstkulturen. Die große Bedeutung der Lärchensaat liegt hingegen in dem Pioniercharakter der Lärche begründet, ist sie doch in der Jugend und an auflagehumusarmen Böden die raschestwüchsige Baumart der subalpinen Stufe. Die Lärchensaat sollte deshalb stets die erste Maßnahme bei den Aufforstungen in der subalpinen Stufe sein. Ihr Gelingen auf der einen Fläche und ihr Mißlingen auf der anderen erleichtert dann - etwa drei Jahre später - die Auswahl der Holzarten für die kostspieligen Pflanzungen. Die Lärchensaat kann auch ohne große Schwierigkeiten schon vor der Erschließung der Aufforstungsgebiete erfolgen, weil für sie keine großen Massentransporte notwendig sind.

Hinweise für den Saatgutbedarf und den Arbeitsaufwand bei Lärchen- und Fichtensaat:

Vollsaat:

Saatgutbedarf/ha in kg		Arbeitsaufwand/ha in Tagen	
Lä	Fi	o. Einrechen	m. Einrechen
16	20	14	16
		3	5
		6	10

Bankette (Streifensaat), Breite der Bankette ca. 30 cm:

Saatgutbedarf/lfm in g		Arbeitsaufwand/lfm in Stunden	
Lä	Fi		
2	2,5	1,5	2
		0,08 - 0,16	

Bei ca. 5500 lfm/ha sind 8 kg Fichten- und 10 - 12 kg Lärchensaatgut nötig.

Plätzesaat (Größe der Plätze 1/5 bis 1/4 m²):

Saatgutbedarf/Platz		Saatgutbedarf/ha bei 4000 Plätzen	
Lä	Fi	Lä	Fi
1 - 1,5 g	1 - 1,5 g	4,5 kg	5 kg
Arbeitsaufwand/Platz			
0,05 - 0,08 Stunden			

Löchersaaten (Saaten in Pflanzlöchern exklusive Tiefloch):

Benötigte Saatgutmenge pro Loch für Lä und Fi 1,5 - 2,0 g

Zur Erklärung sei hier angeführt, daß das Tausendkorngewicht bei Lärche 3,0 g und bei Fichte ca. 5 g beträgt, das heißt, daß ein kg Saatgut zwischen 200.000 und 330.000 Samenkörner enthält.

Die Kornzahl des besten Hochlagensaatgutes dürfte noch darüber liegen, allerdings bei gleichzeitigem Absinken des Keimprozentes.

Selbst bei der Annahme eines sehr geringen Keimprozentes z. B. 40 %, hieße es, daß bei Einsatz von 1 g Lärchensamen (Plätzesaat) 120 Lärchensämlinge hervorzüchsen und bei einem Ausfall von 90 % immer noch 12 Keimpflanzen auf einer Fläche von 0,25 m² stünden. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Minimalforderung nach einer gesunden Pflanze pro Kleinfläche (= ca. gleich der Fläche eines Normalpflanzloches) erfüllt wird, ist mithin zwölfmal so groß wie bei der Aufforstung.

Als günstigster Zeitpunkt für die Einbringung der Saaten erscheint uns das früheste Frühjahr unmittelbar nach Ausaperung oder der späteste Herbst.

Abschließend sei noch betont, daß Saatgut bester Provenienz für die genannten Zwecke gerade gut genug ist.

4. Sicherung der neubegründeten Bestände

Auf den ersten Blick mag es verfrüht erscheinen, im Rahmen eines Gutachtens die Frage einer Sicherung erst zu begründender Bestände anzuschneiden. Wir haben jedoch vielfach feststellen müssen, daß Gebirgswälder deshalb zugrunde gegangen sind, weil es an der Voraussicht gefehlt hat. Wir wollen diesen Fehler tunlichst vermeiden. Darum machen wir uns Gedanken, wie der angestrebte Bestand aussehen soll, wie wir dieses Ziel am rationellsten erreichen und wie wir die einmal geschaffenen Bestände dann auch erhalten können.

ad 1) Wie sollen die Bestände im Projektgebiet "Mittleres Zillertal" aufgebaut sein?

Über die Holzartenzusammensetzung ist vorne schon das Wesentliche gesagt worden. Grundsätzlich haben wir einerseits nach Höhenstufen, andererseits nach dem Entwicklungsstadium der Böden

vorzugehen. Uns leiten jedoch darüber hinaus bestimmte Forderungen, die wir im Einzugsgebiete von Wildbächen und Lawinen an die Standfestigkeit und Widerstandskraft gegen die in der subalpinen Stufe regulär auftretenden mechanischen Kräfte stellen müssen. Deshalb legen wir großen Wert auf die Mitverwendung der Lärche. Derzeit ist die Lärche im Aufforstungsgebiet viel weniger verbreitet als wir es uns wünschen. Das liegt häufig an den hochentwickelten Böden, die auch bei genügendem Samenangebot keine Naturverjüngung ermöglichen. Ausnahmen sind Rutschhänge, auf denen sich auch tatsächlich gehäuft die Lärche einstellt, z. B. (Talbachkessel-Nordhang und Unterbergalpe). Daraus folgert die Berechtigung, bei künstlichen Waldbegründungen die Lärche in hohem Prozentsatz auch auf Böden mit starker Grobmoderauflage zu verwenden, sofern es möglich ist, diese wenigstens stellenweise zu entfernen (z. B. bei Überschüttungen durch Wegbau, nach Umbruch, oder in Großlöchern und Banketten).

Die Fichte kann zur Erstkultur nur in verhältnismäßig geringem Umfang herangezogen werden, einmal wegen der unvermeidlichen Beschränkung auf den unteren Gürtel der subalpinen Stufe (im vorliegenden Falle etwa bis 1900 m Seehöhe), zum anderen wegen des Mangels an Pflanzen geeigneter Herkunft. Denn das Gelingen einer Fichtenkultur in Hochlagen ist in weit größerem Maße von geeigneten Provenienzen abhängig, als dies bei Lärche oder gar Zirbe der Fall ist. Wohl aus diesem Grunde zeigen die bisherigen Fichtensaaten so unterschiedliche Ergebnisse.

Späterer Unterbau der mannshohen Erstkultur wird die natürliche Unterwanderungstendenz der Fichte nach oben künstlich fördern.

Die von uns neu begründeten Bestände werden also einen höheren Lärchenanteil aufweisen als dies bei einer natürlichen Verjüngung (außer auf Rutschhängen) der Fall wäre. Wie in Naturbeständen, so wird auch hier die Sukzession vom Lärchenwald über den Lärchen-Zirbenwald zum reinen Zirbenwald (in höheren Lagen) bzw. in tieferen Lagen zum Fichten-Lärchenwald und auf Sonnenhängen zum reinen Fichtenwald gehen.

Neben der richtigen Holzartenwahl haben wir eine weitere Forderung zu stellen. Immer wieder stellen wir fest, daß die beiden Wirtschaftsextreme Großkahlschlag und unnatürlicher Plenterbetrieb in den subalpinen Schutzwäldern ungünstig sind. Sorgen wir also für den Aufbau eines Bestandes, der ein Vermeiden dieser Wirtschaftsformen und die Anwendung anderer Hiebsarten und Nutzungsformen ermöglicht. Sowohl aus diesem Grunde als auch wegen der größeren Widerstandskraft des Bestandes sollten wir einen stufigen Aufbau anstreben.

Die letzte Forderung lautet, daß sich die Bestände natürlich verjüngen sollten. Unsere Untersuchungen (STERN 1966 und Erhebungen an der Innsbrucker Nordkette) ergaben, daß viele Schutzwälder bereits biologisch tot sind, weil die Jugend fehlt.

Die Naturverjüngungsfähigkeit lange entwaldeter Hochlagen setzt nun vorerst die Erzielung weitgehender Bodenbeschattung und Windverringerung voraus. Das heißt, daß wir ohne entsprechende Bestandesdichte (i. e. S. Kronenschluß) den verjüngungsfeindlichen Zwergstrauchwuchs der Bodenschicht nicht zum Verschwinden bringen. Auf Böden mit mächtigem Auflagehumus i. w. S. würde auch nach Absterben der Strauchschicht außer für Zirbe noch kein geeignetes Keimbett entstehen. Dort wird daher das Endstadium ein lichter Zirbenbestand sein. Wo dies unerwünscht ist, kann nur das Abziehen der Großmoderschicht (z. T. Umbruchkultur) oder eine Überschüttung derselben helfen.

ad 2) Wie erreichen wir das gesteckte Ziel eines ungleichaltrigen, dichten, verjüngungsfähigen, stärkeklassenmäßig differenzierten Mischbestandes am rationellsten?

Grundsätzlich stehen zur Erreichung dieses Zieles einmal das unterschiedliche Wüchsigkeitstempo der Holzarten und zum anderen eine zeitliche Variation im Zuge der Bestandesneubegründung zur Verfügung.

Die erforderliche Bestandesdichte werden wir mit einer Aufforstung allein deshalb nicht erreichen, weil hierfür Pflanzenzahlen von über 10.000 je Hektar notwendig wären. Schon eingangs wurde betont, daß es aus mehreren Gründen nicht möglich ist, mehr als 3.000 Pflanzlöcher je Hektar anzulegen. Uns bleibt nach dem Gesagten nur der Ausweg einer häufigeren Anwendung der Saat. In der Praxis ergibt sich daraus ein Zeitplan für die Durchführung der einzelnen Arbeiten, der etwa folgendermaßen aussehen könnte:

1. Jahr: Vorkultur auf der gesamten Aufforstungsfläche in Form einer Lärchensaat
2. und Fertigstellung des Wegnetzes, Einzäunung der Auffor-
3. Jahr: stungsflächen, Lawinenverbauung. Herstellen der Pflanzlöcher
4. und Aufforstung mit ca. 4000 Pflanzen/ha bei maximal 3000
5. Jahr: Pflanzlöchern/ha. Auf Flachhängen möglichst Ersatz der Lochpflanzung durch Klemmpflanzung. Gleichzeitig Ergänzungssaaten mit Lärche und Fichte.
- ab dem Nachsetzen der ausgefallenen Pflanzen in den vorhandenen
6. Jahr: Pflanzlöchern, sofern nicht bereits durch Saat ausreichender Ersatz vorhanden ist.

Nach diesen Nachbesserungsarbeiten dürfte die Tätigkeit der Wildbach- und Lawinenverbauung beendet sein, denn die später sicherlich notwendige forstliche Betreuung kann von ihr wegen des Fehlens

einer geeigneten Betreuungsorganisation kaum bewältigt werden. Zugleich mit der rechtlichen Sicherung durch eine Bannwalderklärung wird daher der Neubestand etwa in einem Alter von 20 bis 30 Jahren in die Hände der zuständigen BFI zu übergeben sein. Auch die Ausarbeitung von Wirtschaftsplänen mit besonderer Berücksichtigung der Pflegemaßnahmen und Nachhaltigkeitsgesichtspunkte sollte bereits Sache der BFI sein, wenn auch in inniger Zusammenarbeit mit der Gebietsbauleitung der WBV.

LEGENDE ZU DEN ABBILDUNGEN

Abb. 1:

Entwaldete subalpine Stufe im Finsingtal (Vorderes Zillertal). Man beachte die ausgedehnten Nardeten auf Viehtrieben und Flachstellen und die Zwergstrauchheiden auf Steilhängen. Das ganze Gebiet wurde bereits von der Wildbach- und Lawinenverbauung aufgeforstet.

Abb. 2:

Anthropogen bedingte Entwaldungszone im mittleren Zillertal. Zwergstrauchheidengürtel unnatürlich breit, hinten lichte Zirbenwaldreste. Der von der Wildbach- und Lawinenverbauung bebaute Erschließungsweg für die Wiederaufforstung in etwa 2000 m Seehöhe; potentielle Waldgrenze etwa bei 2100 m SH.

Abb. 3:

Trockenheitsgrenze am Kontakt des ostpontischen Waldareals gegen die inneranatolische Steppenregion (Balaban-Gebirge). Geschlossene Weißkiefernbestände (*Pinus silvestris*) besiedeln nur die feuchten NW-Hänge, anschließend offene Buschheide aus *Juniperus*, *Populus tremula* und *Ephedra*.

Abb. 4:

Windbedingte alpine Fichtenwaldgrenze.

Abb. 5:

Längs- und Querprofil durch das Engertal im Karwendelgebirge. Spätfrostbedingte Ober- und Untergrenzen sind besonders bei Buche und Tanne ausgeprägt.

Abb. 6:

Geschlossener Tannenwald (*Abies cilicica*) an der alpinen Waldgrenze im Kilikischen Ala Dağ (Anatolien). Man beachte die völlig zerstörten, nahe den Nomadenlagern gelegenen Bestände im Gegensatz zum gut erhaltenen Tannenbestand im Vordergrund.

Abb. 7:

Geschlossener, natürlicher Fichtenwald an der alpinen Waldgrenze am Risnjak/Jugoslawien.

Abb. 8:

Geschlossener Zirbenwald am Glungezer bei Innsbruck.

Abb. 9:

Orographisch bedingter, lichter Zirbenwald an der alpinen Waldgrenze in den Dolomiten (Sellagruppe).

Abb. 10:

Geschlossener Sonnenhang-Zirbenwald oberhalb Sulden/Ortler. Aktuelle Waldgrenze bei ca. 2250 m SH, die potentielle Waldgrenze würde etwa bei 2400 m SH verlaufen, daher breiter, anthropogen bedingter Zwergstrauchheiden-Gürtel.

Abb. 11:

Waldstufen im Suldental in Südtirol. Entwurf H. M. SCHIECHTL.

Abb. 12:

Waldstufen im Talschluß von Sulden am Ortler. Entwurf H. M. SCHIECHTL.

Abb. 13:

Waldstufen in gut bewaldeten Zentralalpentälern beiderseits des Alpen-Hauptkammes. Oben: Kaunertal (Nordtirol), unten: Matschertal (Südtirol). Entwurf H. M. SCHIECHTL.

Abb. 14:

Montane und subalpine Waldstufen im mittleren Kaunertal. Entwurf H. M. SCHIECHTL.

Abb. 15:

Dichter natürlicher Zirbenwald am Glungezer bei Innsbruck in 1900 m SH. Man beachte die hervorragende Schaftform der Zirben!

Abb. 16:

Natürliche, dichte Verjüngung der Zirbe an einem SE-Hang des Rittnerhorns/Südtirol (2000 m SH.)

Abb. 17:

Aktuelle Vegetation in einem stark anthropogen beeinflussten (oben) und einem weniger beeinflussten Tal des Ostpontischen Gebirges. Ausgeprägter Gürtel aus Rhododendron ponticum und flavum im Camliktal (oben); weiß=alpine Grasheide, schwarz=Laubmischwald (Quercetum), dünne Schraffen=subalpine Zwergstrauchheide, dick schraffiert=montaner und subalpiner Fichten-Tannenwald (Piceetum orientalis mit Abies nordmanniana).

Abb. 18, 19, 20:

Aufriß und Kartenskizze der Kilikischen Ala Dağ im Mitteltaurus mit aktueller und potentieller Waldfläche.

Abb. 21:

Oben: Karte der aktuellen Waldflächen in Anatolien (nach der Waldkarte der Türkei von Kudusi - Schimitschek - Hafner).

Unten: Karte der potentiellen Waldflächen in Anatolien. Entwurf H. M. SCHIECHTL und R. STERN.

Abb. 22:

Aktuelle Waldflächen und Zwergstrauchheiden im hinteren Defregental in Osttirol. Man beachte die unnatürliche Breite des Zwergstrauchgürtels im entwaldeten Bereich. Entwurf H. M. SCHIECHTL.

Abb. 23:

Maßnahmenkarte des Aufforstungsprojektes "Mittleres Zillertal" der Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Unterinntal (Entwurf: H. M. SCHIECHTL und R. STERN).

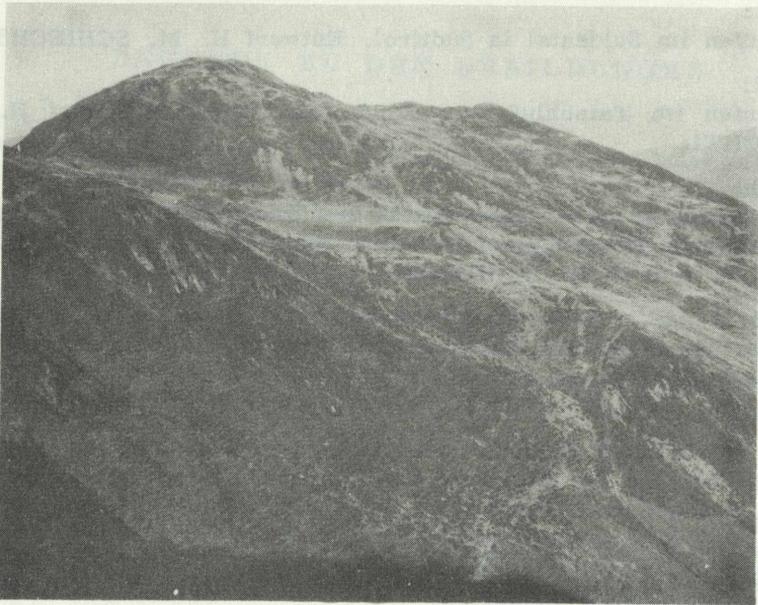


Abb. 1

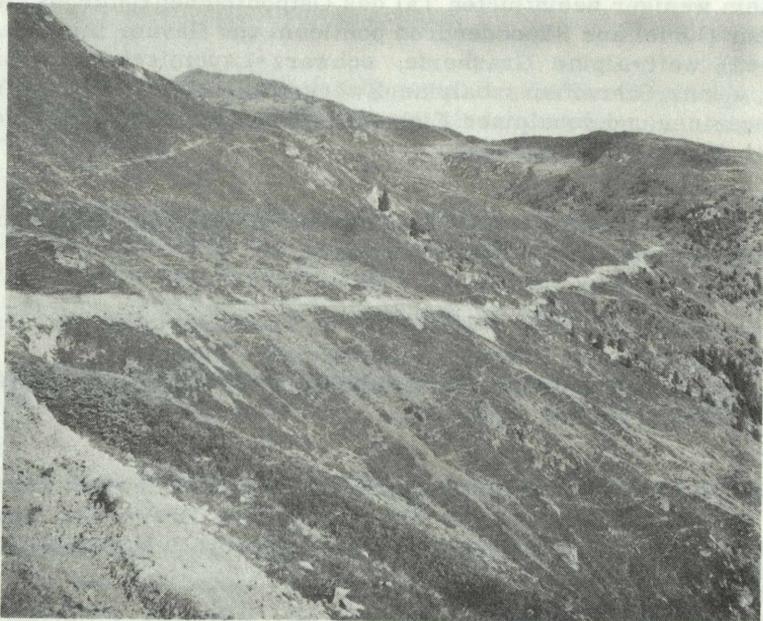


Abb. 2

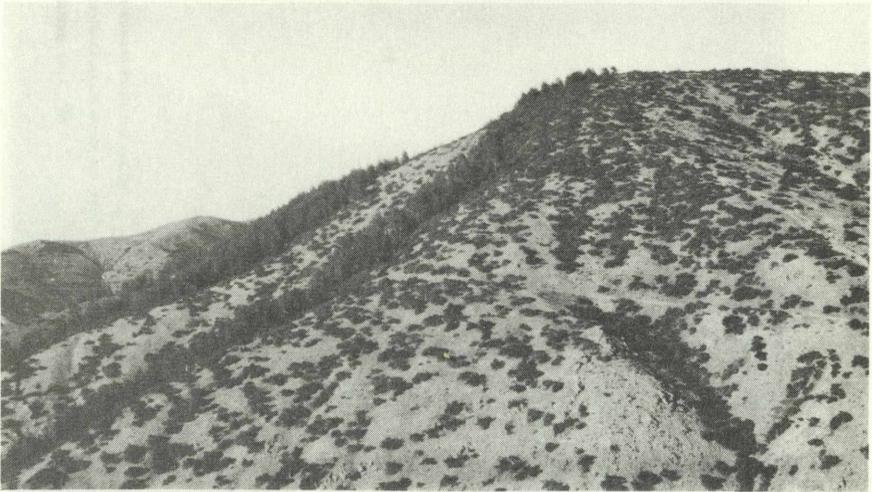


Abb. 3



Abb. 4

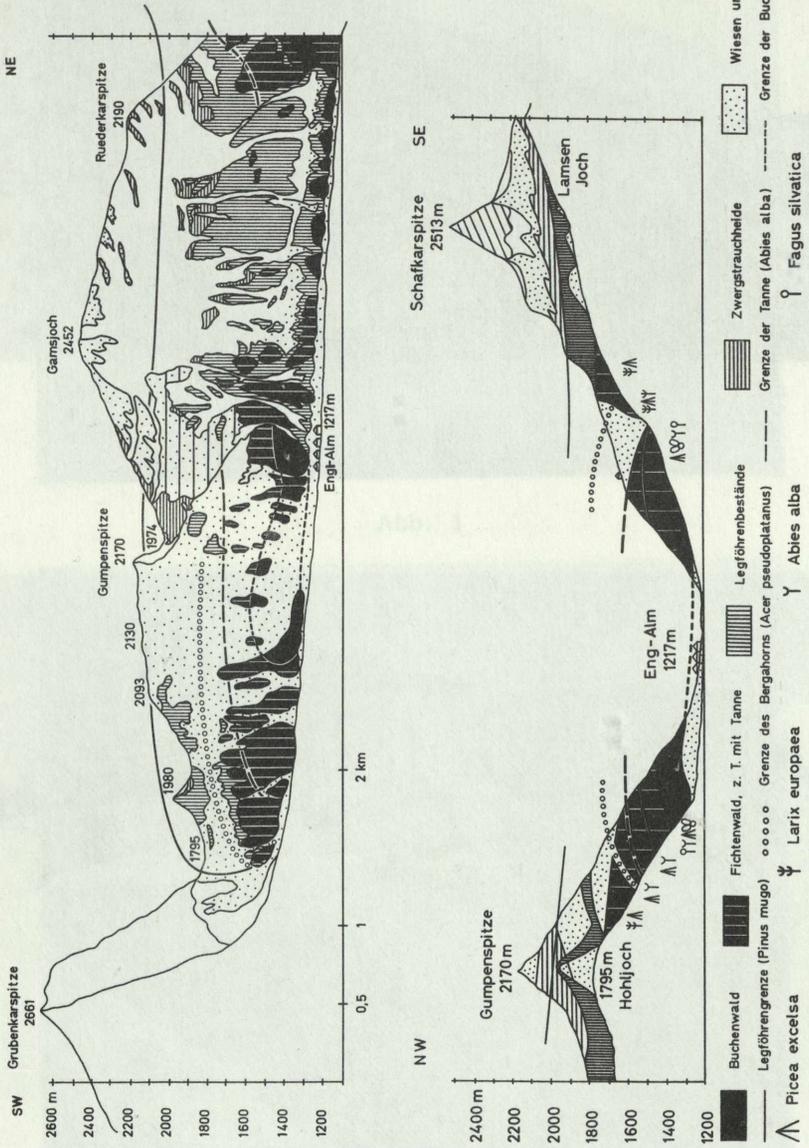


Abb. 5



Abb. 6

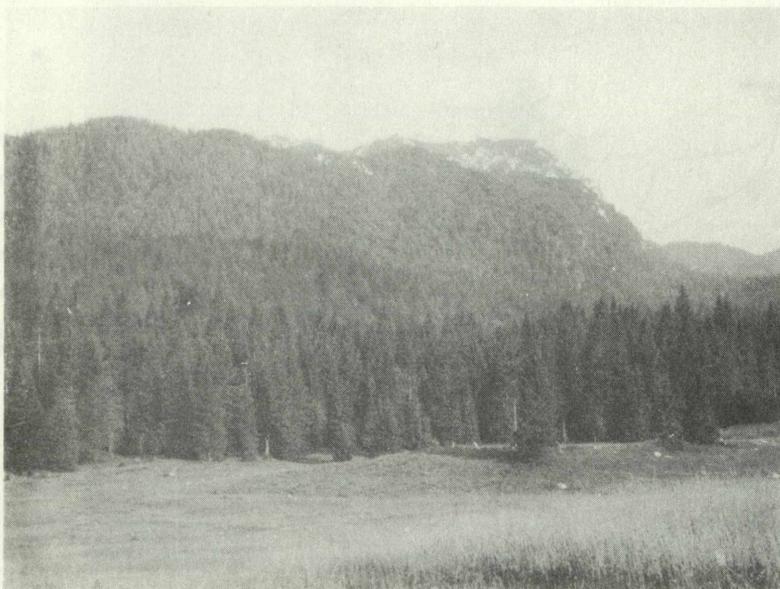


Abb. 7



Abb. 8

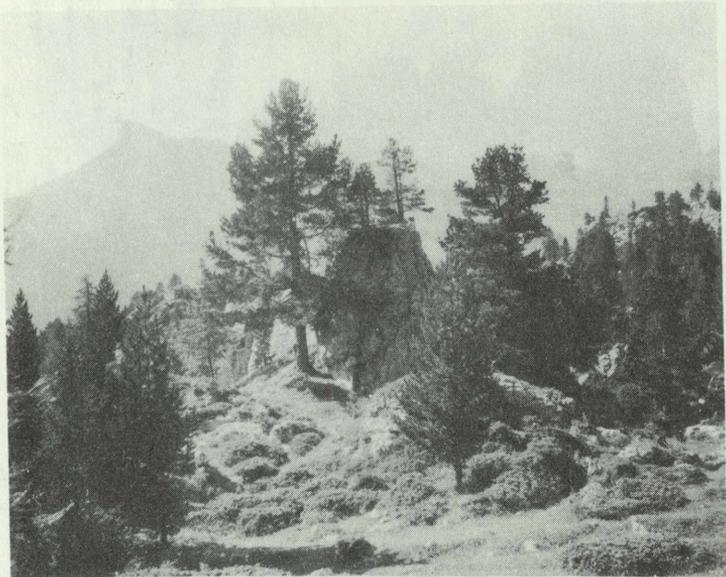


Abb. 9

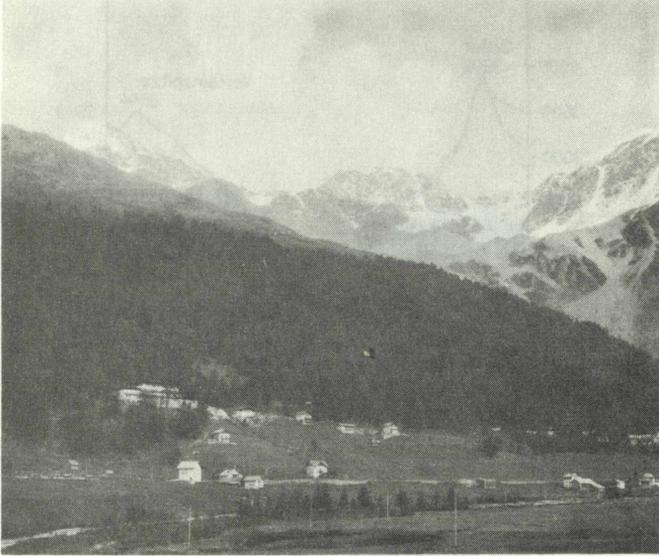


Abb. 10

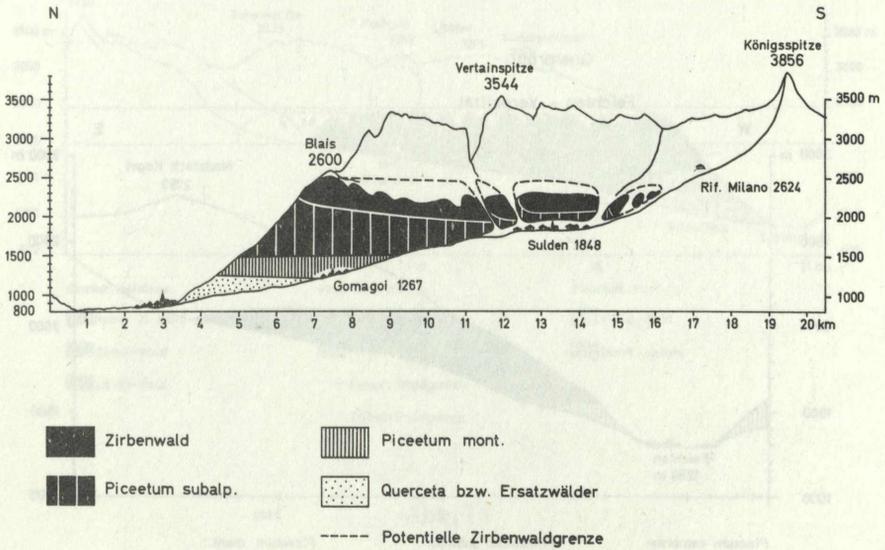


Abb. 11

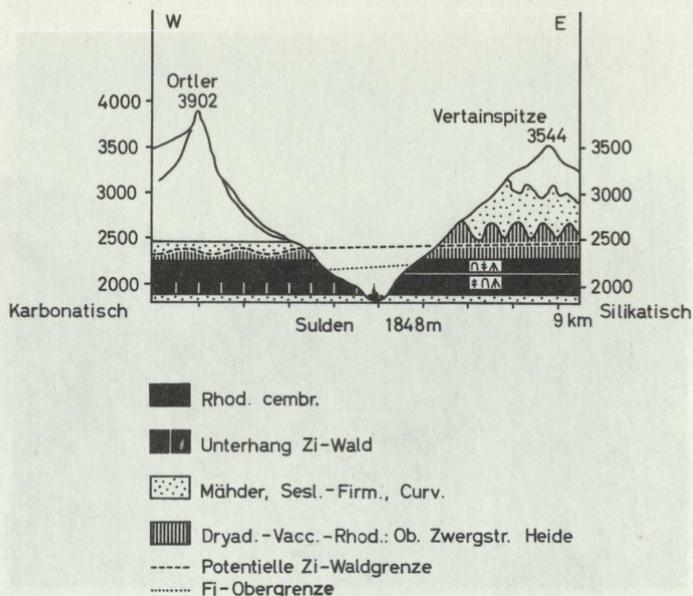


Abb. 12

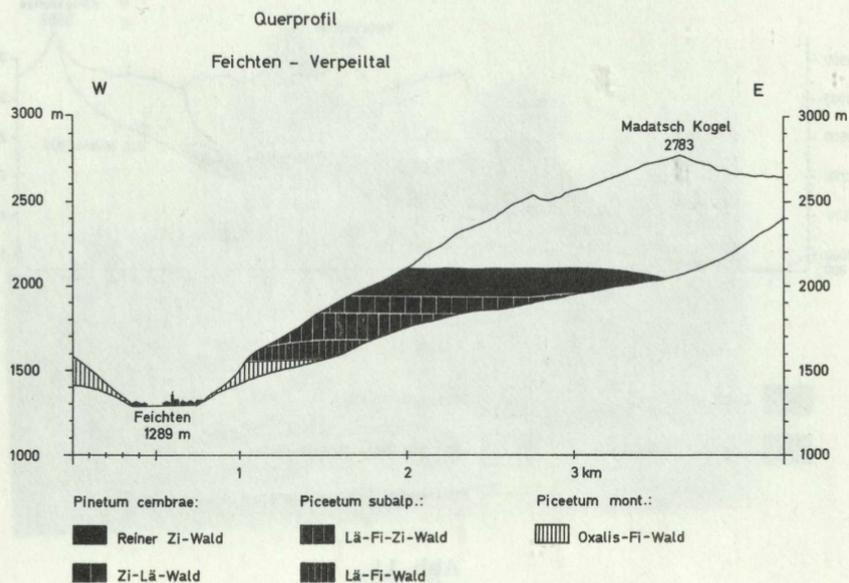


Abb. 14

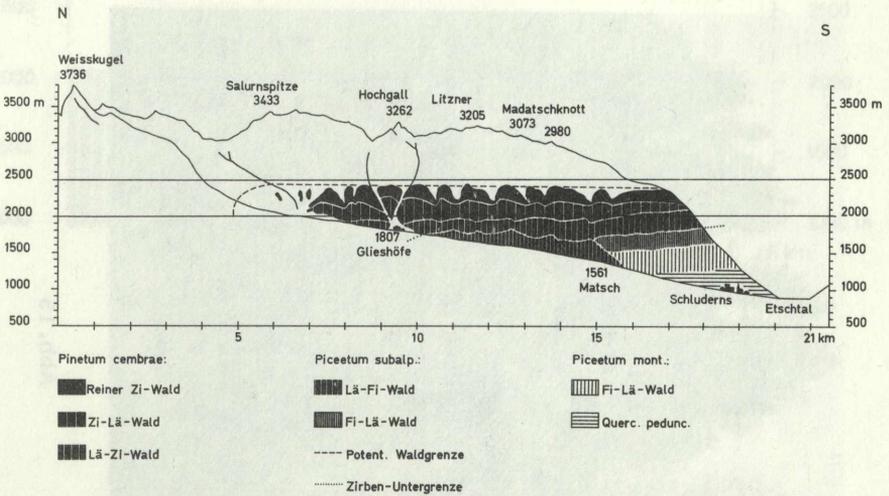
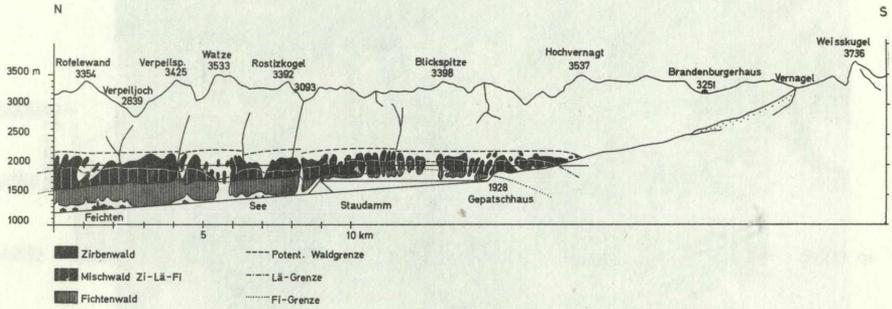


Abb. 13

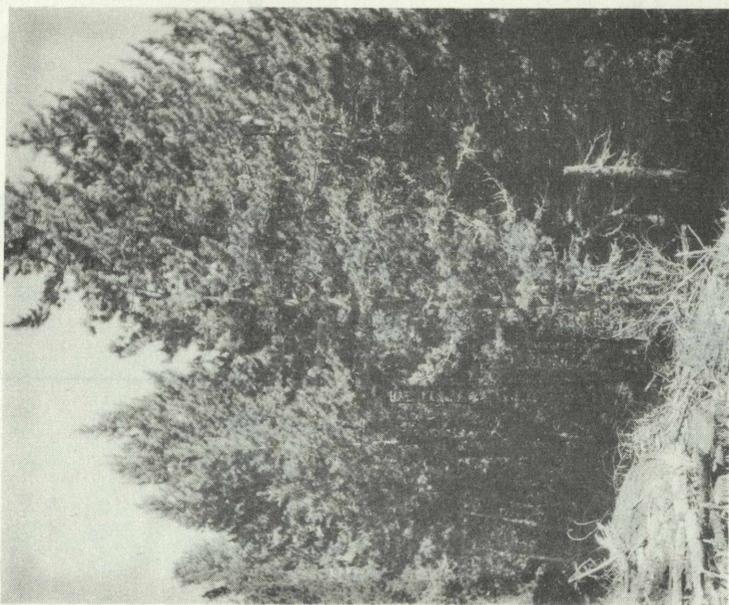


Abb. 16

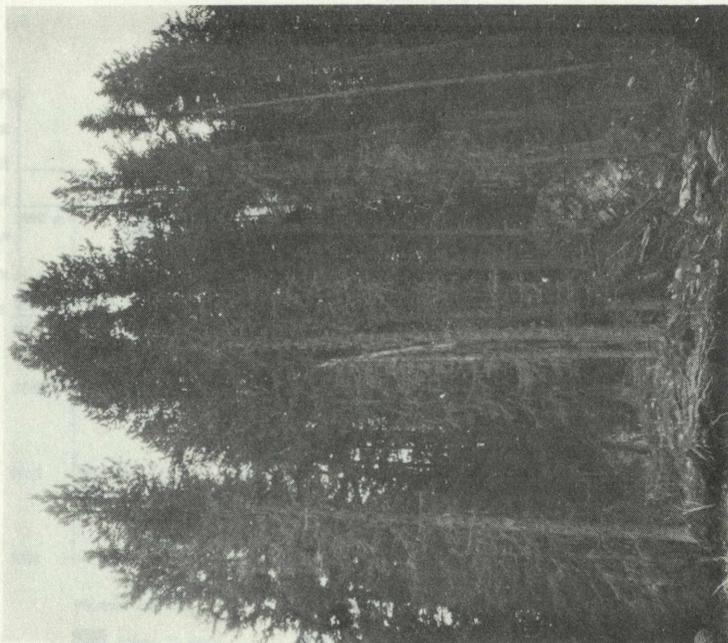


Abb. 15

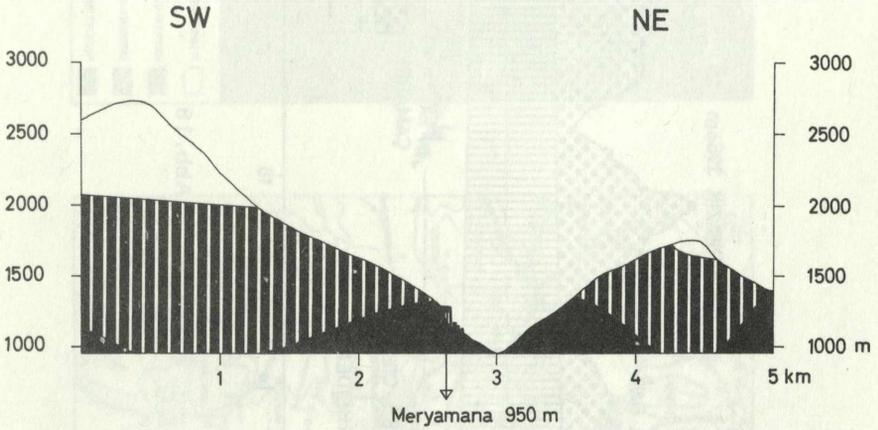
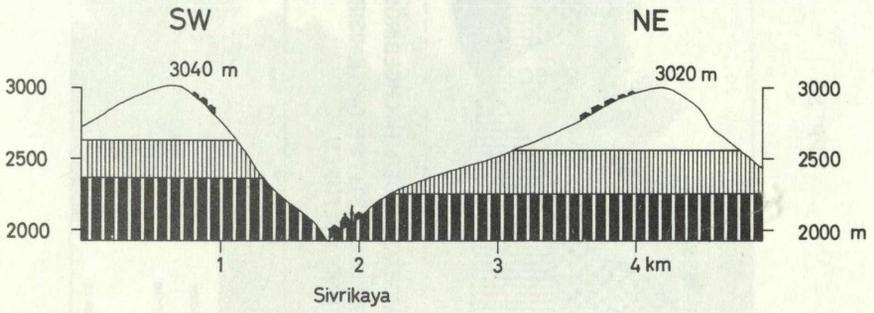


Abb. 17

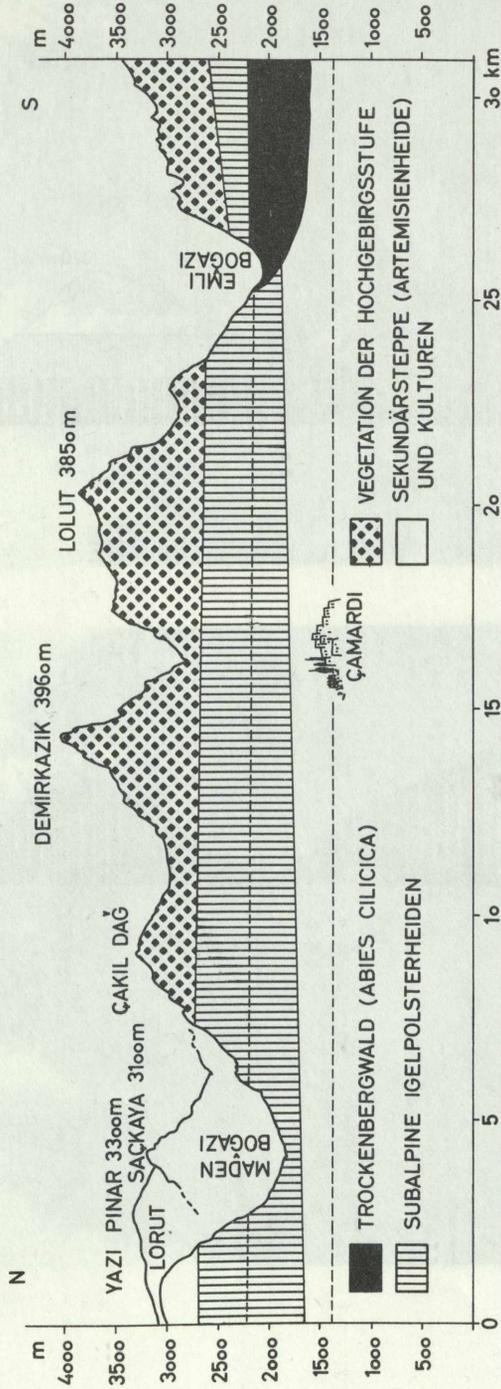


Abb. 18

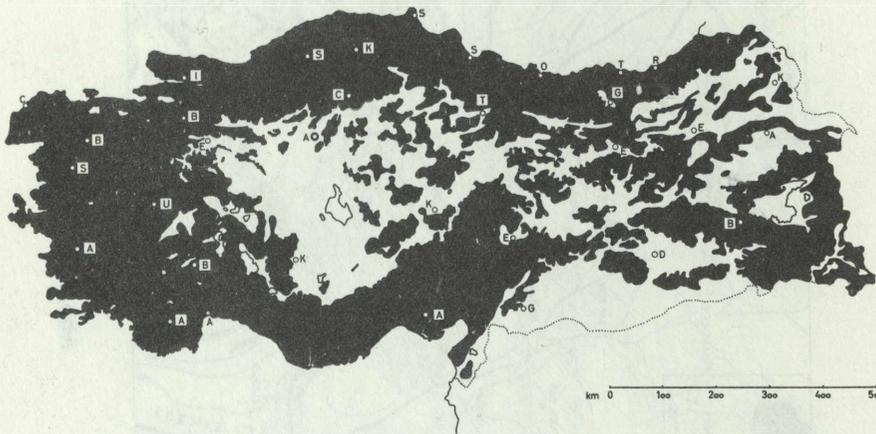
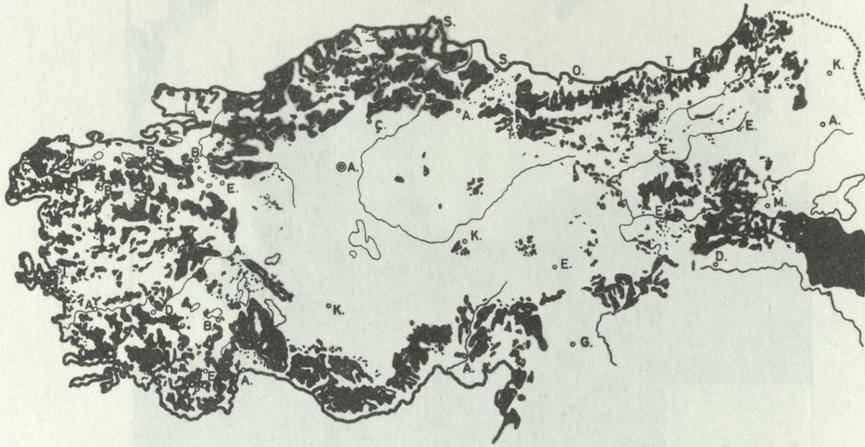


Abb. 21

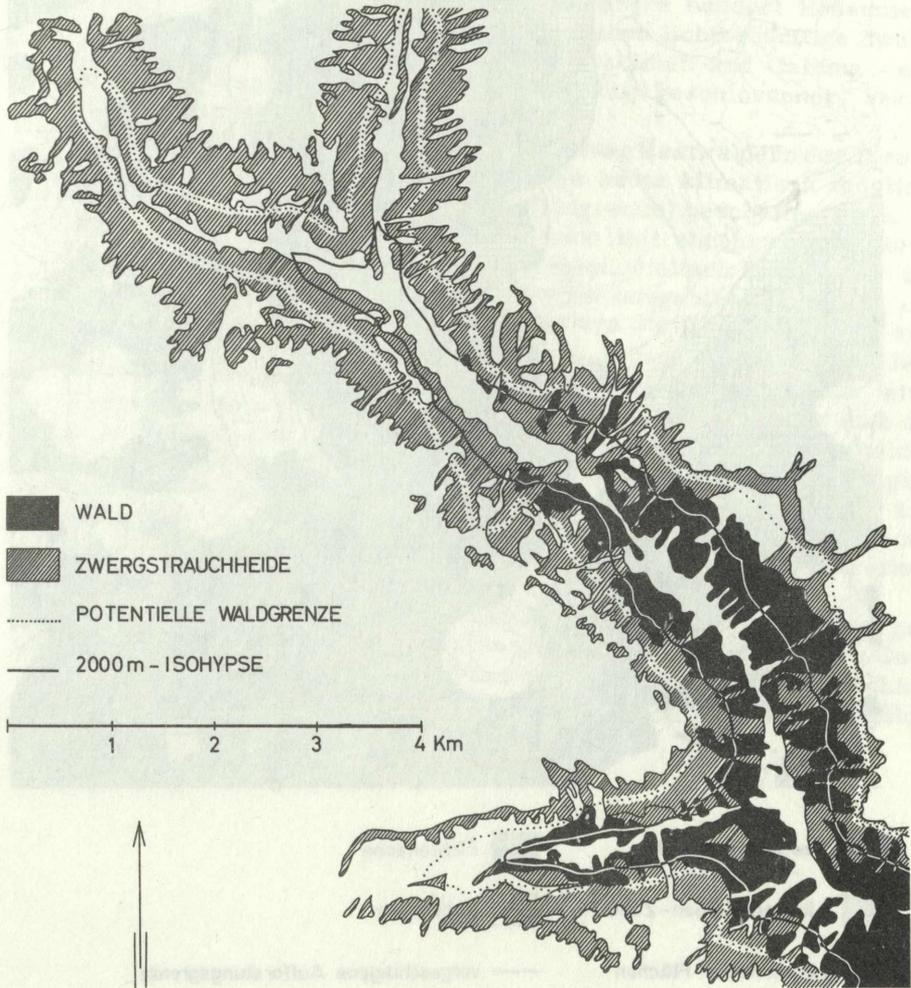


Abb. 22

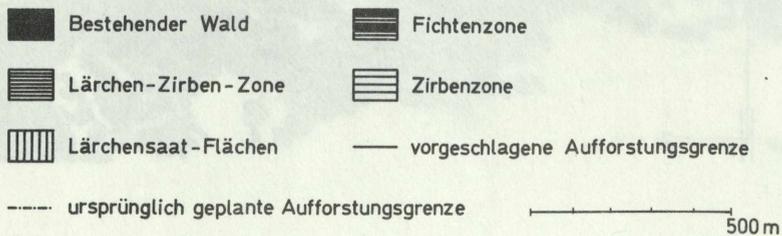


Abb. 23

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wälder der subalpinen Stufe in den Ostalpen sind größtenteils zerstört oder durch die jahrtausendelange Weidewirtschaft stark ausgelichtet und die Waldgrenze um mehrere hundert Höhenmeter herabgedrückt. In die lichten Bestände konnten lichtbedürftige Zwergsträucher - besonders Rhododendron, Vaccinien und Calluna - einwandern und es kam vielfach zur Ausbildung geschlossener, sekundärer Zwergstrauchheiden-Gürtel.

In einigen weitgehend natürlich erhaltenen Restwäldern der Tiroler Zentralalpen wurde untersucht, wie die heute klimatisch mögliche Waldgrenze (potentielle natürliche Waldgrenze) beschaffen wäre. Es zeigte sich, daß die Wälder - wenn auch mit abnehmender Baumhöhe - bis an die Waldgrenze geschlossen, vielfach sogar dicht und daher im Optimum als Oxalis-Waldtypen ausgebildet sind. Es erfolgt keine allmähliche Auflösung, sondern die Waldgrenze ist eine Scharfgrenze, jenseits derer es keinen Einzelbaumwuchs sondern dichten Horstwuchs gibt. Daher gibt es auch nur eine schmale, etwa durchschnittlich 50 Höhenmeter breite "Kampfzone", in der sich die Baumgruppen mit Zwergstrauch-Gebüsch und alpinen Grasheiden zu einer mosaikartig verteilten Vegetation anordnen. Die subalpine Zwergstrauchheide existiert unter natürlichen Verhältnissen nur andeutungsweise etwa so wie die vielfach unterbrochenen Acantholimon-Igelheiden in den asiatischen ariden Gebirgen und nicht als breiter, dichter, geschlossener Gürtel.

Aus diesen Erkenntnissen werden Folgerungen für die Praxis gezogen, die vor allem durch den auszugsweisen Abdruck eines Gutachtens erläutert werden, welches als Grundlage für die Hochlagenaufforstungen im Projektgebiet "Mittleres Zillertal" der Wildbach- und Lawinenverbauung diene.

SUMMARY

Forests of the subalpine stage of the eastern Alps are for a large part modified, or, through grazing over millenia, heavily opened up with timberlines depressed by several hundred meters. Light demanding shrubs such as *Rhododendron*, *Vaccinium*, and *Calluna* are able to invade the opened stands and often secondary belts of dense, dwarf shrub/heath communities are formed.

Investigations were carried out in a number of extensive naturally occurring forest remnants in the central Tyrolean alps into the conditions at the present day climatic timberline (potential natural timberline). These investigations showed that the forests, although made up of trees of decreasing height, were closed right to timberline and what is more, often composed of thickly packed stands with an *Oxalis* forest type under optimum conditions. There is no gradual thinning out of stands but the timberline is sharply demarcated and above this there are no scattered individual trees but thick shrub growth. There is thus only a narrow "Kampfzone" spread over an average 50 metres altitude, and in this zone, groups of trees, shrubs, and members of alpine grass and heath communities form a vegetation mosaic. The subalpine dwarf shrub/heath community existed under natural conditions in outline rather like the *Acantholimon-Igel* heath community of arid Asiatic mountain regions, and not as a wide, compact, closed band.

The above findings were published in abstracted form and formed the basis for practical measures undertaken in the high altitude afforestation project "Mittleres Zillertal", by the Torrent and Avalanche Control section.

RÉSUMÉ

Les forêts de l'étage subalpin des Alpes Orientales sont en grande partie détruites ou très décimées par l'alpage millénaire et la limite sylvestre est repoussée de plusieurs centaines de mètres d'altitude. Parmi ces effectifs clairsemés des arbustes-nains avides de lumière - surtout le rhododendron, l'airelle et le callunetum - ont pu immigrer et ont souvent fini par former une ceinture secondaire de landes à buissons nains.

Sur certains vestiges conservés de forêts naturelles des Alpes Centrales du Tyrol on a examiné la configuration hypothétique de la limite sylvestre possible (limite sylvestre potentielle naturelle). On a découvert que les forêts même si la hauteur des arbres diminue - sont closes, souvent serrées et développées par conséquent au maximum comme forêts-type d'oxalide. Il n'y a pas de dissolution successive, mais la limite sylvestre est une limite prononcée, au-delà de laquelle il n'y a pas d'arbres isolés mais seulement des buissons denses. Par conséquent il n'y a qu'une "zone de combat" étroite, d'une largeur moyenne de 50 m d'altitude, dans laquelle les groupes d'arbres composent avec les buissons-nains et les landes d'herbe alpines une mosaïque de végétation. Là où la situation est naturelle il n'y a que des vestiges de landes de buissons nains subalpines, par exemple comme les landes d'acantholimon dans les montagnes asiatiques arides, et non pas de ceinture close, large et dense.

De ces connaissances on tire des déductions pour la pratique, qui sont exposées surtout dans les extraits d'une expertise servant de base aux reboisements à haute altitude exécutés dans le secteur d'expérience "Zillertal moyen" du service de correction des torrents et de prévention des avalanches.

Р е з ю м е

Большинство лесов субальпийской зоны Восточных Альп опустошено или сильно разрежено вследствие тысячелетней пастьбы, а граница леса снижена на несколько сот метров высоты. В разреженные древостои вторгаются светолюбящие кустарники, — особенно рододендрон, вакцинии и вереск, — и во многих местах произошло образование сомкнутых вторичных поясов карликового кустарника.

В нескольких остаточных лесах тирольских Централь-ных Альп, в высокой мере сохранивших натуральное состояние, было исследовано, где протекала бы сегодня климатически возможная граница леса т. е. достижимая природная граница леса. Оказалось, что леса, — хотя высота деревьев и уменьшается —, совершенно густы до самой границы леса и, в оптимальном случае, представляют собой кисличниковые типы лесов. Постепенного разрежения не замечается, наоборот, граница леса выявлена резко, и за ней не стоят отдельные деревья, а находятся группы густого кустарника. Таким образом существует лишь узкая "критическая боевая зона", занимающая в среднем 50 метров высоты, в которой группы деревьев мозаично перемежаются с карликовым кустарником и альпийскими лугами. Субальпийская зона с карликовым кустарником при натуральных условиях лишь намечена, примерно так же, как часто прерванная зона акантолимон-

ного колючего кустарника, образующего подушки в безводных горах Азии; широкого, густого пояса не наблюдается.

Из этих познаний сделаны выводы для практики, поясненные главным образом выписками из экспертизы, которая служила основой для лесонасаждений на больших высотах в области проекта регуляции ручьев и защиты от обвалов "Средний Циллерталь".

DISKUSSION

- PURRER:** Welche Kriterien wurden zur Festlegung der potentiellen Waldgrenze herangezogen?
- SCHIECHTL:** In Kürze ist das schwierig zu beantworten. Ich möchte vorerst daran erinnern, daß unsere Forschungsstelle noch mitten in der Arbeit ist und daß seit rund 10 Jahren etwa 15 Mitarbeiter in unserer Abteilung arbeiten, deren Ergebnisse zu diesem Zweck zu verwerten sind. Da mein Vortrag der erste von zwölf Fachvorträgen ist, in denen wir immer wieder andere Gesichtspunkte für die Festlegung der potentiellen Waldgrenze hören werden, möchte ich jetzt diese Frage noch nicht beantworten, sondern vorschlagen, dies am Schluß des Symposiums in der Generaldiskussion zu tun.
- FRIEDEL:** Ich werde in meinem Vortrag eine einfache Methode besprechen, wie man zu einer potentiellen Waldgrenze gelangt, indem man nämlich in einem größeren Gebiet die höchsten Bäume und Waldreste aufsucht und dann miteinander verbindet. Es ist allerdings klar, daß auch diese, im Gelände gefundenen höchsten Punkte bereits herabgedrückt sein können.
- JELEM:** Ähnliche Waldbilder über potentielle und verwüstete Waldzustände, wie sie uns im Vortrag SCHIECHTL's für Anatolien und Tirol gezeigt wurden, finden wir entsprechend abgewandelt auch im übrigen Österreich. Sowohl in den Kalkalpen als auch Zentralalpen sind Walddegradationen häufig. Starke Veränderungen sind auch an der "unteren Waldgrenze", wie beispielsweise im pannonischen Raum, im Marchfeld, Steinfeld, auf der Parndorfer Platte, im Schwarzföhrengebiet, Leithagebirge oder auf den Hundsheimer-Bergen im Laufe der Geschichte entstanden. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß auch in Österreich noch viele Probleme an der "oberen und unteren" Waldgrenze zu bearbeiten sind.
- GAMS:** Bei der potentiellen Wald- und Baumgrenze ist noch ein wichtiger Umstand zu berücksichtigen. Wir wissen vor allem aus Mooruntersuchungen, daß wir in der ganzen Jungsteinzeit und Bronzezeit bis mindestens 2000 m Höhe Fichtenwald gehabt haben. Ein Grund dafür, daß heute im Zentralalpengebiet die Zirbe vielfach allein dominiert und die Fichte in größeren Höhen heute mit der Zirbe nicht mehr konkurrenzfähig ist, beruht durchaus nicht etwa auf einer größeren Frostempfindlichkeit, sondern auf der Anfälligkeit für einen Schmarotzer, *Chrysomyxa rhododendri*, den Alpenrosengoldrost, der heute die Fichten in der subalpinen Stufe außerordentlich schwächt. Das war anscheinend in früheren Zeiten nicht der Fall, sondern wir haben damals wahrscheinlich bis zur Waldgrenze auch Fichten gehabt, wahrscheinlich in Mischung mit der Zirbe. Mit der starken Ausbreitung des Schmarotzers sind die Fichten in den Hochlagen stark geschwächt worden. Wir müssen eben auch die früheren Verhältnisse berücksichtigen, vor allem auch die klimatisch bedingten Schwankungen der potentiellen Waldgrenze, die wir heute sehr genau kennen. Wir können diese Schwankungen von den Eiszeiten bis zur Gegenwart in großen Teilen der Alpen bereits verfolgen und wir müssen auch berücksichtigen, daß die potentielle Waldgrenze in den letzten hundert Jahren aus klimatischen Gründen gestiegen ist. Es ist sehr leicht möglich, daß dieser Anstieg sehr bald zu Ende geht.
- POLLANSCHÜTZ:** SCHIECHTL hat die Frage aufgeworfen, wie man die Bestandesdichte an der oberen Waldgrenze feststellen soll. Ich denke da an die Möglichkeit, einerseits die Kreisfläche pro ha, andererseits die Stammzahl pro ha, jeweils in Beziehung zum mittleren Bestandesalter

gebracht, als Vergleichsbasis zu wählen. Mit dem "Bestockungsgrad" zu operieren, scheint mir nicht zweckmäßig, sofern man, wie in Österreich allgemein üblich, unter Bestockungsgrad letztlich die Verhältniszahl der stockenden Masse eines bestimmten Bestandes zur Massenangabe irgendeiner Ertragstafel versteht. Wenn man den "Bestockungsgrad", also die Massenverhältniszahl, angibt, muß man stets auch dazusagen, auf welche Ertragstafel sich dieser Wert bezieht. (Für Höhenlagen-Bestände existieren derzeit kaum geeignete Ertragstafeln.) Wenn man demgegenüber in standörtlich gleichwertigen, jedoch strukturell unterschiedlichen Beständen sowohl die Bestandeskreisfläche (Bestandesgrundfläche) pro ha als auch die Stammzahl pro ha bestimmt und dazu das jeweilige durchschnittliche Alter der untersuchten Bestände und zusätzlich die Bestandesoberhöhe ermittelt, so hat man gemessene Daten, die in objektiver Weise zueinander in Vergleich gestellt werden können. (Unter Bestockungsgrad versteht man im ertragskundlichen Sprachgebrauch das Verhältnis der aktuellen Bestandesgrundfläche eines Bestandes bestimmter Höhenbonität oder Ertragsklasse - gegebenenfalls auch Ertragsniveau - zur mittleren maximalen, bzw. durchschnittlich standörtlich möglichen Bestandesgrundfläche nicht aktiv durchforsteter, bonitätsgleicher - etwa Oberhöhenbonität - Bestände.)

DÜRR: Ich möchte anregen, die Erfassung der potentiellen Waldgrenze Österreichs in das Arbeitsprogramm der Versuchsanstalt einzubauen. Wenn es möglich ist, diese Grenze mit der Methode von Dr. FRIEDEL zu erfassen, so läge das sicherlich innerhalb der personellen und finanziellen Möglichkeiten. Es werden heute von der Wildbachverbauung im Murauer- und im Dachsteingebiet Aufforstungen auf Grund von pollenanalytischen und anderen Unterlagen durchgeführt; hätte man einen Überblick über die potentielle Waldgrenze, dann könnte man die Fördermittel besser placieren und viel Geld für Verbauungen ersparen.

SCHIECHTL: Dazu ist festzustellen, daß dieses Vorhaben seit langem besteht und daß es in dem Moment realisiert wird, wenn unsere bestehenden Vegetationskarten gedruckt sind. Dann können wir nämlich zu den Karten der aktuellen Vegetation die Kartenblätter der potentiellen Vegetation beilegen, natürlich in einem sinnvollen Maßstab, der eine Übersicht ermöglicht. Für einzelne Projekte muß dagegen in ganz anderen Maßstäben gearbeitet werden, etwa im Katastermaßstab oder 1:5000 bis 1:10.000, wie dies bereits in verschiedenen Fällen - z. B. im Zillertal - geschah.

LITERATUR

- CZELL A. 1963: Die forstliche Eignung von Böden oberhalb des Wirtschaftswaldes, mit Maßnahmenkarte des Aufforstungsgebietes Mittleres Zillertal. Ber. d. Nat. wiss. medizin. Vereins Innsbruck, 53. 29 55
- EBLIN B. 1901: Die Vegetationsgrenze der Alpenrosen als unmittelbare Anhalte zur Fortsetzung früherer bzw. möglicher Waldgrenzen in den Alpen. Schweiz. Ztschr. f. Forstw
- ELLENBERG H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einführung in die Phytologie. Band IV. Teil 2. Ulmer/Stuttgart. 943 pag
- FREITAG H. 1962: Einführung in die Biogeographie von Mitteleuropa. G. Fischer/Stuttgart. 214 pag
- FROMME G. 1957: Der Waldrückgang im Oberinntal (Tirol). Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien. Heft 54. 221 pag
- GAMS H. 1931/32: Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. Ztschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin. 9/10 1931. 32 68; 1/2 1932 178 198; 5/6 1932 321 346
- GAMS H. 1953: Die Tragacantha-Igelheiden der Gebirge um das Kaspische, Schwarze und Mittelländische Meer. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich. 31. 217 243
- GAMS H. 1960: Nachträge zur Flora und Vegetation des Olymps. Österr. Bot. Ztschr. 107. 2. 177 193
- HAFNER F. 1965: Die Bewaldung Anatoliens in den letzten fünf Jahrtausenden. Allg. Forstzeitung Wien. 76. 8. 149 157
- KUDUSIL, SCHIMITSCHEK, HAFNER 1944: Waldkarte der Türkei. In Schimitschek 1944. Forstinsekten in der Türkei und ihre Umwelt. Buchreihe d. Südostinst. f. Wald-u. Holzf. Prag. 371 pag
- LOUIS H. 1939: Das natürliche Pflanzenkleid Anatoliens. Geogr. Abh. 12. Stuttgart, Penck. 132 pag
- MAREK R. 1910: Waldgrenzstudien in den österreichischen Alpen. Ergänzungsheft 168 zu Petermanns Mitt. mit Waldgrenzkarte der österreichischen Alpen 1:1 Million. 102 pag
- MORRIS J. Y. 1965: Climate Investigations in the Craigieburn Range, New Zealand. New Zealand Journal of Science. Vol. 8. No. 4. 556 582
- NEUWINGER I. 1963: Beziehungen zwischen Relief, Pflanzendecke und Boden an der Obergrenze des Zirben-Lärchenwaldgürtels. Mit Karte der Pflanzenleitgesellschaften vom Stationsgebiet Obergurgl. Ber. d. mat. wiss. medizin. Vereins Innsbruck, 53. 143-156
- SCHIECHTL H. M. 1954: Die Folgen der Entwaldung am Beispiel des Finsingtales in Nordtirol. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen. 1/2. 13-28
- SCHIECHTL H. M. 1961: Die Vegetationskartierung im Rahmen der Wiederbewaldungsprobleme in der subalpinen Stufe. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien 59. 21 32
- SCHIECHTL H. M. und STERN R. 1963: Studien über die Entwaldung des Kilikischen Ala Dağ (mittlerer Taurus in Kleinasien). Festschr. Helmut Gams in Ber. d. nat. wiss. medizin. Vereins in Innsbruck. Wagner. 53. 173 192

- SCHIECHTL H.M. 1964: Waldkarte für die Regionalplanung des Bezirkes Osttirol. Amt f. Landesplanung u. Statistik, Innsbruck. Im Druck
- SCHIECHTL H.M. 1965: Die Vegetationskartierung des Finsingtales (Nordtirol) als Grundlage für Abflußuntersuchungen und Hochlagenaufforstung. Mitt.d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien 66, 53
89
- SCHIECHTL, STERN, WEISS 1966: In anatolischen Gebirgen. Geschichtsverein f. Kärnten, Klagenfurt. 190 pag
- SCHMITHÜSEN J. 1959: Allgemeine Vegetationsgeographie. De Gruyter/Berlin. 261 pag
- SCHROETER C. 1926: Pflanzenleben der Alpen. Albert Raustein. Zürich
- SCHWEINFURTH U. 1957: Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Bonner Geogr. Abhandlungen. H. 20, 372 pag
- STERN R. 1964: Gedanken zu Fragen der Wiederaufforstung entwaldeter Gebiete der subalpinen Stufe. Allg. Forstztg. Wien. 75. 13/14
- STERN R. 1965: Untergrund und Wald. Allg. Forstztg. Wien. 76. 6. 114 - 116
- STERN R. 1966: Der Waldrückgang im Wipptal. Mittl. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien. Heft 70. 159 pag
- TROLL C. 1939: Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. Begleitworte zur Vegetationskarte 1 : 50.000. Wiss. Veröff. Mus. f. Völkerkunde Leipzig. 7
- TÜRKISCHE METEOROLOGISCHE GENERALDIREKTION 1960: Niederschlagskarte der Türkei. 1 : 2.25 Mill
- USLU S. 1960: Untersuchungen zum anthropogenen Charakter der zentral-anatolischen Steppe. Wilhelm Schmitz. Giessen
- VORREITH M. 1963: Die forstliche Bewirtschaftung der Hochlagen einschließlich der Kampfzone des Waldes in den österreichischen Alpen. Allg. Forstztg. Wien. 1/2. 3 7
- WARDLE P. 1965: A Comparison of Alpine Timber Lines in New Zealand and North America. New Zealand Journal of Botany. Vol. 3. Nor. 2. 113 - 135