

BEITRAG
ZUR KENNTNIS DER WALDZONEN
DES WESTHIMALAYA

VON

PROF., DR. ING. FRANZ HESKE

THARANDT

1. IM FRÜHJAHR und Sommer des Jahres 1928 habe ich im Auftrage Sr. Hoheit des Maharaja von Tehri-Garhwal (West-Himalaya) die Wälder seines Staates bereist um ein Gutachten über deren Zustand und künftige Bewirtschaftung auszuarbeiten. Gelegentlich der Expeditionen die ich zu diesem Zwecke in die innersten Teile des Himalaya unternommen habe, wurden auch die Beobachtungen gemacht, über die im Folgenden kurz berichtet wird.¹

2. Der Tehri-Garhwal Staat liegt zwischen dem $30^{\circ} 3'$ und $31^{\circ} 18'$ n. Br. und $77^{\circ} 53'$ — $79^{\circ} 28'$ östl. L. von Greenwich. — Das Staatsterritorium umfasst ungefähr 4 500 Quadratmeilen oder 11 655 km². Es handelt sich um ein ausgesprochenes Gebirgsland, das von Süd nach Nord auf einer Horizontalentfernung von ca 150 km von etwa 600 m Seehöhe auf etwa 7 350 m ansteigt. Dieser Anstieg erfolgt aber nicht gleichmässig. Vielmehr nimmt den grössten Teil des Landes, d.h. die südlichen zwei Drittel bis drei Viertel der genannten Horizontalentfernung das sog. V o r g e b i r g s f e l d des Himalaya ein, ein grossartiges Chaos von Bergzügen, Tälern und Schluchten, dessen Seehöhe aber 300 m nur selten überschreitet. Und erst im nördlichsten Drittel oder Viertel dieser Horizontalentfernung erheben sich, aus dem Vorgebirgsfeld steil und jäh aufsteigend in ihrer ganzen wundervollen Pracht und Unnahbarkeit die glitzernden und schimmernden Eisketten und Schneefelder des hohen Himalaya, die Indien gegen die weiten Hochländer von Tibet abgrenzen. — Für die T o p o g r a p h i e von Tehri Garhwal hat die letztgenannte Gebirgswelt des hohen Himalaya, die die nordöstlichen Teile des Staates zu etwa 20 % der ganzen Staatsfläche bedeckt, eine fundamentale Bedeutung. Einmal

¹ Sämtliche Aufnahmen sind Originalaufnahmen des Verfassers.

dadurch, dass sie die Quellen des Ganges und einen grossen Teil des obersten Gangestales wie in einem Schreine einschliesst, und das anderemal, weil sie als der eigentliche Nucleus des ganzen topographischen Systems von Tehri Garhwal aufgefasst werden kann, von dem aus die wichtigsten Flüsse und Wasserscheiden des Landes in westlicher und südwestlicher Richtung ausstrahlen. Von ökonomischer Bedeutung ist natürlich fast nur das Himalaya-Vorland, dessen weite Wälder den wichtigsten Reichtum des Staates bilden, und dessen Hänge in den niedrigeren Elevationen, soweit das nur der Neigungsgrad gestattet, von Terrassenfeldern und Siedlungen bedeckt sind.

3. Das Klima von Tehri Garhwal ist durch drei Faktoren bestimmt: Geographische Breite, Seehöhe und den Monsun. Von allergrösster Bedeutung für das Lokalklima ist aber auch die Terrainkonfiguration, die in diesem Zusammenhange wichtigen Einfluss auf die lokale Verteilung der Waldtypen nimmt.

Die geogr. Breite (über 30°) bedingt einen deutlich ausgeprägten Unterschied der Jahreszeiten. Die ganz aussergewöhnlichen Verschiedenheiten der Seehöhe auf kurzer Horizontalentfernung verursachen natürlich entsprechende Unterschiede in der Temperatur.

Die jährl. Durchschnittstemperatur beträgt beispielsweise in:

Dehra-Dun	bei 678 m Seehöhe:	21.7° C
Mussoorie	» 1 044 »	14.1° C
geschätzt	» 3 350—3 650:	6° C

Damit im Zusammenhang steht die Niederschlagsmenge. Mit ansteigender Seehöhe steigt wohl zunächst die Niederschlagsmenge an, dann aber nimmt sie rasch wieder ab. Die Seehöhe maximaler Jahresniederschläge wurde im Himalaya mit ca: 1 270 m ermittelt. In dieser Elevation soll die Niederschlagsmenge 3.7 mal so hoch sein wie in den benachbarten Ebenen, aber bei 3 000 m ist sie nur mehr ein Fünftel dieses Betrages. Zur Illustration diene die Zusammenstellung der durchschnittlichen Jahresniederschläge in:

Dehra Dun:	678 m	Seehöhe	Niederschläge:	2 160 m/m
Rajpur:	976 »	»	»	3 040 »
Mussoorie:	1 044 »	»	»	2 400 »

Von nicht geringer Bedeutung für das Klima einer Lokalität ist ihre Lage am Aussenrand des Vorgebirgsfeldes oder im innersten Teil des Gebirges und die spezielle Terrainkonfiguration. Je mehr im Inneren des Himalaya ein Ort gelegen ist, umso geringer wird c.p. die jährlich Niederschlagsmenge sein. Kommen doch die mit Feuchtigkeit beladenen Winde von Süden daher, aus dem Indischen Ocean und dem Arabischen Meer, und je mehr Gebirgsketten sie auf ihrem Zuge nach Norden passieren müssen, umso mehr von ihrer ursprünglichen Feuchtigkeit werden sie verlieren. Weiters wird sich ein Unterschied der jährlichen Niederschlagsmenge zwischen Orten konstatieren lassen, die in einem gegen Süden offenen Tale liegen und solchen, die hinter Gebirgsketten, die von Ost nach West ziehen, situiert sind. Im ersteren Falle wird die feuchte Luft freien Eingang und Durchzug finden, und wird mit vollem Feuchtigkeitsgehalt ankommen. Im letzteren Falle wird sie zuerst die vorgelagerten Gebirgsketten zu übersteigen haben, und dabei einen grossen Teil ihres ursprünglichen Feuchtigkeitsgehaltes einbüssen. Die Elevation allein kann also die Verschiedenheit in den Niederschlägen nicht erklären.

Die relative Feuchtigkeit und die Dauer der Perioden erhöhter Luftfeuchtigkeit werden durch die Temperaturerniedrigung mit steigender Seehöhe modifiziert. In höheren Lagen ist die relative Feuchtigkeit höher und in ihrem höheren Betrag länger andauernd. Zwischen 2 000 und 3 000 m ist jedenfalls im Tehri Garhwal Staate die Luft relativ am feuchtesten. Über dieser Seehöhe schwankt die relative Feuchtigkeit sehr und ausgesprochene Trockenperioden wechseln recht unvermittelt mit solchen ab, in denen der Dampfgehalt der Luft vom Sättigungspunkt nicht weit entfernt ist. Die absolute Luftfeuchtigkeit nimmt mit steigender Elevation, d.h., mit der fallenden Temperatur ab.

Das Klima von Tehri Garhwal, wie überhaupt des Himalaya und

besonders die Verteilung der Niederschläge über das Jahr hin wird in erster Linie von den »Monsunen« bestimmt. Im Sommer herrscht tiefer Druck an der Erdoberfläche des stark erhitzten indischen Festlandes, weil sich die Flächen gleichen Luftdruckes erhoben haben. — Vom indischen Ozean und dem arabischen Meer strömt mit Feuchtigkeit beladene Luft landwärts und dieser von Juni bis September wehende SW-Monsun bringt die Regenzeit. Im Winter herrscht Hochdruck über dem abgekühlten Kontinent und die Luft strömt vom Nordosten über Indien hin dem Meere zu, Trockenheit und ewig heiteren Himmel bringend. — Dieser klare Wechsel von sommerlicher Regenzeit und winterlicher Trockenzeit charakterisiert scharf das indische Monsunklima. — Doch ist sein Einfluss auf das Klima in den Bergen Tehri-Garhwals je nach Seehöhe verschieden. — Klar und deutlich am südlichen Rand des Himalaya gegen die Ebene des Dehra-Dun, also in den südlichen Teilen des Staates, wo 80—90 % der jährlichen Niederschläge zwischen Juni und September niedergehen. — Weit weniger ausgeprägt dagegen in den Hochregionen der nördlichen Landesteile. Hier fällt ein reichlicher Teil der jährlichen Niederschläge während des Winters in Gestalt von Schnee. — So wird berichtet, dass am Niti-Pass, einem Hochpass zwischen Britisch Garhwal und Tibet, die Niederschläge in einem Jahr von Juli bis September nur 140 m/m ausmachten, im Winter dagegen, das ganze Passgebiet vollständig verschneit war. — Diese winterlichen Niederschläge in den Hochregionen des Himalaya dürften auch die wichtigsten Quellen sein, die Schnee und Eis der Himalayagletscher speisen, aus denen die wichtigsten Ströme Indiens entspringen. — Man hat geschätzt, dass der winterliche Schneefall bei etwa 4 600 m die Höhe von 9 m erreicht und von da an zunimmt bis auf eine Mächtigkeit von 18—30 m auf den höchsten Ketten.

Aus dem Vorstehenden kann bereits entnommen werden, dass die klimatischen Verhältnisse von Tehri Garhwal verschieden sind in verschiedenen Höhen. Zweckmässigerweise wird man daher klimatische Zonen zu bilden haben und versuchen, das Klima wie es in den einzelnen Zonen herrscht, in seiner Eigentümlichkeit zu schildern.

HOOKEr und TROUP haben im westlichen Himalaya 3 klimatische Hauptzonen unterschieden. Diese Einteilung scheint mir auch für die Verhältnisse in Tehri-Garhwal wenigstens in grossen Zügen recht gut zu passen.

- Und zwar: a. die tropische Zone unter 1 525 m d.h. der Grenze winterlicher Schneefälle
 b. die gemässigte Zone zwischen 1 525 m u. 3 350 m resp. 3 650 m d.h. der oberen Grenze des Baumwuchses
 c. die alpine Zone zwischen 3 350 m resp. 3 650 m und 5 500 m d.h. der oberen Grenze der Blütenpflanzen.

Das Klima der tropischen Zone, die mit der Verbreitung der später eingehender zu besprechenden Monsunwälder zusammenfällt, charakterisiert sich durch folgende Eigentümlichkeiten:

Jährliche Niederschläge 2 000—2 500 m/m und eventuell mehr. — Die Temperatur sinkt wohl sehr selten unter den Gefrierpunkt im Winter und erreicht 40° C und mehr, knapp vor Eintritt des SW Monsuns d.h. etwa im Mai. — Der SW Monsun setzt im Juni ein und dauert bis September, während welcher Zeit 80—90 % der gesamten Jahresniederschläge niedergehen. Die Feuchtigkeit erreicht den Sättigungspunkt. Durchschnittliches Temperaturmaximum in dieser Zeit: ca 30° C, durchschnittliches Minimum ca 23° C. Nach der Regenzeit setzt ein trockener, regenloser Herbst mit reichlichem Sonnenschein, allmählich sinkender Temperatur und abnehmender Luftfeuchtigkeit ein.

Die Wintermonate d.h. Dezember bis Februar zeichnen sich durch niedrige Temperaturen 7.5—18° C; hoher relativer Feuchtigkeit und lokalen Stürmen mit wenig Regen aus. Der Frühling ist voll Sonnenschein und bei weitem die heisseste und trockenste Jahreszeit.

Das Klima der gemässigten Zone die mit der Verbreitung der immergrünen Laubbergwälder zusammenfällt, ist immer noch ein sehr deutlich ausgeprägtes Monsunklima, aber ein beträchtlicher Teil der Jahres-Niederschläge geht doch schon im Winter in Form von Schnee nieder. Die Temperatur ist im Allgemeinen niedriger als in der tropischen Zone.

Während der SW Monsunmonate sind die Wälder in dichte Wolken und Nebel gehüllt, die Luft ist mit Feuchtigkeit gesättigt und von den 1 000—2 000 m/m Jahresniederschläge gehen 70—80 % in diesen Monaten nieder. Die Temperatur schwankt in den Regenmonaten zwischen 10—20° C. Der Herbst ist sonnig, mit sinkender Temperatur und niedriger Luftfeuchtigkeit. — Frühling wolkenlos, trocken, mit geringer Luftfeuchtigkeit aber zuweilen kurz nach dem Winter nicht unbeträchtlicher Bodenfeuchtigkeit infolge des schmelzenden Schnees. — Der vorgeschrittene Frühling ist ebenso wie in der vorbeschriebenen Zone die trockenste und heisseste Jahreszeit.

Über das Klima der alpinen Zone die mit den Bergwäldern der *Picea Morinda* und *Abies Webbiana* und *Betula utilis* zusammenfällt, kann weit weniger gesagt werden. — So viel steht fest, dass hier der Winter viel länger und kälter ist; dass Frühling und Herbst relativ kurz sind; die Niederschläge im grossen Ganzen viel geringer als in den beiden vorgenannten Zonen und auch insofern etwas anders übers Jahr verteilt, als ein recht beträchtlicher Teil im Winter in Form von Schnee niedergeht; die Sommertage warm und angenehm, die Nächte aber sehr kalt sind.

Diese klimatischen Zonen sind der grosse Rahmen für die Verteilung der Waldzonen und jede Kette oder jeder Gipfel zeigt in verteilter Folge die Waldzonen, die diesen Klimazonen entsprechen.

4. Die edaphischen Bedingungen sind infolge der Heterogenität der topographischen Verhältnisse und der geologischen Formationen ausserordentlich verschiedenartig. Doch können nur die besonders auffälligen Züge beschrieben werden, weil hier noch sehr viel »terra incognita« ist, obzwar die enorme Bedeutung der edaphi-

schen Verhältnisse gerade für die Verteilung der Waldtypen im Himalaya fraglos ist.

Die Exposition der Hänge modifiziert im hohen Grade die Wirkung der Niederschläge und der Sonnenstrahlung und damit die edaphischen Verhältnisse. Der Unterschied zwischen N und S Hängen ist in diesem Zusammenhang im Himalaya besonders wichtig. Wohl empfängt der Südhang weitaus mehr Niederschläge als der Nordhang, welcher Unterschied in den Tälern im Süden des Staates am Rande des Dehra-Dun besonders scharf sein mag, aber der Südhang wird im rechten Winkel von der Sonne bestrahlt und die Temperatur steigt hier weit höher an als am N-Hang. Die Wirkung der erhöhten Insolation scheint mir wichtiger zu sein, als jene der erhöhten Niederschläge, denn man kann es fast als Regel betrachten, dass diese Südhänge stark ariden Charakter annehmen, besonders dort, wo die Vegetation vom Menschen zerstört und die Wälder von den Eingeborenen stark ausgehauen worden sind. Auch ist fast allgemein Artenzahl und Reichtum der Vegetation wesentlich geringer am Südhang als am Nordhang. Xerophile Waldtypen sind an den Südhängen besonders häufig.

Weiters scheint mir von Wichtigkeit zu sein, dass der Nordhang eine viel grössere Gleichmässigkeit der Feuchtigkeitsverhältnisse aufweist, als der Südhang, der zur Regenzeit viel mehr und viel stärkere Niederschläge erhält, zur Trockenzeit aber infolge der grösseren und direkten Sonnenstrahlung besonders austrocknet und stark ariden Charakter annimmt. Alle diese Beobachtungen verdienen weiteres Studium sowohl wegen ihrer wissenschaftlichen wie auch praktischen Bedeutung für eine rationelle Forstwirtschaft im Himalaya.

Die Tiefe der Täler verstärkt die geschilderten Verhältnisse. Ein Südhang im tief eingeschnittenen Tale ist beispielsweise ganz ausserordentlich arid. Es wurde bereits bemerkt, dass Ost-West verlaufende Täler vom feuchtigkeitsbringenden Luftstrom der durch die Nord-Süd gerichteten Täler reist mehr oder weniger abgeschlossen sind und im grossen Ganzen mehr trockene Verhältnisse aufweisen. Dies scheint

mir um so deutlicher zu sein, je tiefer im inneren Gebirge ein solches Tal verläuft.

Die Steilheit der Hänge muss berücksichtigt werden, wenn man die Zurückhaltung des Niederschlagswassers am und im Boden beurteilen will. Die steilen bis sehr steilen Hänge die das Hauptkontingent der Bergseiten im Beobachtungsgebiet stellen, lassen das Regenwasser rasch abfliessen, ohne Nutzen für die Vegetation. Gesellt sich Waldverwüstung hinzu wie so häufig im Staate, so resultieren ausserordentlich trockene Lagen. Während der Regenzeit rutschen ganze Berghänge nieder, besonders dort, wo die Schichten parallel der Oberfläche streichen. Das Erdmaterial formt am Hangfuss einen Schuttkegel, dessen wasserzurückhaltende Kraft natürlich wesentlich geringer ist, als jene gewachsenen Bodens. — Beispiele hierfür kann der Reisende fast jederorts beobachten.

Die mächtigen Ketten des grossen Himalaya bilden eine fortlaufende Zone von Graniten und assoziierten kristallinen Gesteinen. Als aber die archaischen Granite sich seinerzeit empordrängten und in die überlagernden sedimentären Gesteine eindrangen, verwandelten sie dieselben in metamorphe Gesteine wie Gneis und verschiedene Schiefer. Das Vorgebirgsfeld des Himalaya besteht denn auch aus Gesteinen zweifellos sedimentären Ursprungs wie Conglomeraten, Kalkgesteinen, Quartziten, Schiefen etc. Die Struktur dieser Gesteine ist von ausserordentlich verschiedener, von Ort zu Ort wechselnder Beschaffenheit und die vollständige Abwesenheit von Fossilien macht es unendlich schwer, die Verwandtschaft, respektive zeitliche Zugehörigkeit dieser Gesteine mit solchen in anderen Gebieten des Himalaya und ausserhalb des Himalaya zu konstatieren. Sie werden als zugehörig zur Purana-Formation angesehen, d.h. »zu einer der ältesten und am wenigsten veränderten Landfläche der Erde« (DUDGEON KENOYER. Journal of the Indian Botanical Society Vol. IV. No 7 & 8).

Die physikalischen Eigenschaften der Gesteine sind von grösster Bedeutung für die wichtigsten Bodeneigenschaften- und selbst das Landschaftsbild wird hiervon bestimmt. Weiche Gesteine verwittern leicht und rasch. Bald sammelt sich eine recht mächtige Bodenschicht

an, die schliesslich abrutscht und Hänge milder Neigung und sanfter Formung bildet. Steil und jäh schiessen dagegen die Hänge im harten Gestein auf, nackte Abstürze ohne Verwitterungsschichte bildend, mit kümmerlicher Vegetation, die nur da und dort die luftigen Klippen bedeckt. Die enormen Elevationsunterschiede auf kurzer Horizontaldistanz bedingen ein auffallend starkes Gefälle der vielen Bäche und Flüsse und eine besonders rasche Zerstörung der Gebirgsmasse. Kaum aus den grossen Gletschern geboren, stürzen die Rinnsale über steile Felswände ab, zahllose Wasserfälle bildend, deren silbrige Fäden aus dem Dunkel tiefer Wälder aufblinken. — Dann schiesst das Wasser über Katarakte und Stromschnellen herab, Erdmateriale von hausgrossen Blöcken bis zum suspendierten Ton mitführend. Und begleitet vom dröhnenden Rauschen des geschäftigen Wassers wandern so Jahr für Jahr viel tausende Tonnen des grossen Gebirges den indischen Ebenen und den fernen Meeren zu.

5. Die Verbreitung der einzelnen Waldzonen in Tehri-Staate folgt zunächst in grossen Zügen den Klimazonen, wie sie bereits besprochen wurden. — Von sehr grosser Bedeutung für das Detail der Waldtypenverbreitung sind aber lokalklimatische und edaphische Modifikationen, die oft durch topographische Faktoren hervorgerufen werden.

Wandert man von der heissen Ebene des Dehra Dun nord- und aufwärts immer weiter und höher den grossen Eisketten entgegen, dann wird man folgenden Waldzonen begegnen. Zunächst im Gürtel der tropischen Klimazone, ansteigend bis etwa 1500 m Seehöhe, verschiedene Formen *tropophyllen Laubwaldes*, der den sogenannten »*Monsunwäldern*« zugerechnet werden kann. — Wäldern die SCHIMPER deswegen so genannt hat, weil sie typischen Monsungebieten eigentümlich sind, d.h. Gebieten mit ausgeprägter, ausserordentlich niederschlagsreicher Regenzeit, der eine heisse niederschlagslose oder sehr niederschlagsarme Trockenzeit folgt.

Ein beträchtlicher Teil der indischen Wälder kann dieser grossen Gruppe der SCHIMPERschen Monsunwälder als zugehörig bezeichnet werden. Sie sind während der zweiten Hälfte des Winters und wäh-

rend des heissen Frühlings laublos. Erst kurz vor dem Einsetzen des SW-Monsuns bilden sie neues Laub. Weiters ist ihnen auch eine gewisse Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung eigentümlich, obwohl diese grosse Gruppe in mehrere Untergruppen und viele Waldtypen zerfällt, was bei der Heterogenität der die biologische Wertigkeit der Standorte bestimmenden Verhältnisse innerhalb des so ausgedehnten, im grossen Ganzen den klimatischen Eigentümlichkeiten der Monsunregion entsprechenden Gebietes wohl kaum anders erwartet werden kann. Die in den Vorbergen des Himalaya und in den Flusstälern zwischen ca 600—1 500 m vorkommenden Monsunwälder bilden eine charakteristische grosse Untergruppe des indischen Monsunwaldes die aber wieder ihrerseits in verschiedene Waldtypen zerfällt. Im Bereiche des Tehri-Garhwal Staates bedecken tropophylle Laubwälder dieser Untergruppe die niedrigsten Elevationen besonders in den südlichen und südwestlichen Teilen von den Ebenen des Dun bis etwa 1 400—1 500 m Seehöhe. Innerhalb dieser Zone bestocken sie alles Land soweit es nicht von landwirtschaftlichen Kulturen beansprucht wird. Besonders die niedrigen Vorberge sind ihr Verbreitungsgebiet und zungenförmig schieben sie sich den Flusstälern folgend ins Innere des Landes vor, bis ihnen die der Winterschneegrenze entsprechende Seehöhe Einhalt gebietet. — Da diese Landesteile besonders dicht besiedelt sind, ist der Zusammenhang des Waldes überall stark von Kulturflächen und Dörfern durchbrochen und grosse kompakte Waldareale sind nirgendsmehr vorhanden. — Auch sind diese Wälder durch Waldweide und Laubgewinnung für Futter und Streuzwecke meist derart verwüstet, dass man nur sehr selten voll ausgebildete Endstadien des Climaxwaldes antrifft. — Meist kann man nur buschartige Vorstufen, respektive Degenerationsstadien beobachten.

Der voll ausgebildete Climax-Wald der besten Waldtypen, also auf guten frischen Standorten ist sehr dicht. Die Bäume sind meist klein, oder von mittlerer Grösse. Hohe Bäume sind selten. — Der Raum zwischen den Kronen der Bäume und dem Boden ist völlig erfüllt von den Gebüschern, Sträuchern und Kleinbäumen, die

manchmal schwer durchdringliche Dickichte bilden. — Lianen sind häufig, Epiphyten dagegen relativ selten, — vielleicht infolge des sehr trockenen Klimas ausser der Regenzeit. — Vom Februar bis Ende April ist der Wald unbelaubt und die wenigen immergrünen Arten (z.B. *Eugenia jambolana*) fallen dann besonders auf. Am Boden erheben sich häufig die spitzen Lehmbugen der Termiten, viele, oft sehr bunte Vögel beleben den Wald und prachtvolle, metallisch schillernde Schmetterlinge sind an lichterem Stellen zu finden. In den Gebüschern und Kronen der Kleinbäume treiben sich zahlreiche Affenbanden herum und in dem Buschwerk der Rinnsale lebt der Leopard, der das Vieh der nahen Dörfer ständig bedroht.

In solchen Waldungen die von menschlichen Eingriffen nahezu verschont waren, fand ich häufig etwa folgende Arten vor:

Bixaceae: *Xylosma longifolium*,

Malvaceae: *Bombax malabaricum*, *Kydia calycina*,

Sterculiaceae: *Sterculia villosa*,

Menispermaceae: *Cocculus lauriflorus*,

Berberidaceae: Verschiedene Arten,

Rutaceae: *Murraya Koenigii*, *Citrus medica*,

Anacardeaceae: *Odina Wodier*, *Pistacia integerrima*, *Mangifera indica*,

Sabiaceae: *Meliosma pungens*,

Celastraceae: *Celastrus panniculata*, *Eleonendron glaucum*,

Meliaceae: *Cedrela toona*,

Leguminosae: *Erythrina suberosa*, *Milletia auriculata*, *Cassia fistula*, *Pueraria tuberosa*, *Mimosa rubicaulis*, *Mimosa pudica*, *Bauhinia retusa* und *B. Wahlii*, *Indigofera pulchella*, *Acacia Catechu*,

Rosaceae: *Rubus ellipticus*, *Pyrus Pashia*, *Prunus puddum*, *Prinsepia utilis*,

Samydaceae: *Casearia tomentosa*,

Lythraceae: *Woodfordia floribunda*, *Punica granatum*,

Myrtaceae: *Eugenia dalbergioides* und *E. Jambolana*,

Combretaceae: *Terminalia Chebula*, *T. tomentosa* und *T. balarica*,

Rubiaceae: *Randia tetrasperma* und *dumetorum*,

Solanaceae: *Solanum verbascifolium*,

Oleaceae: *Nyctanthes arbor tristis*,

Apocynaceae: *Holarrhena antidysenterica*, *Carissa spinarum*, —

Acanthaceae: *Adhatoda vassica*,

Labiatae: *Colebrookia oppositifolia*,
 Lauraceae, *Cinnamomum tamala*,
 Loranthaceae: *Loranthus scurulla*,
 Urticaceae: *Boehmeria platyphylla* und *Ficus cunia*,
 Euphorbiaceae: *Euphorbia royleana*, *Mallotus philipinensis*, *Sapium insigne*,
Phyllanthus emblica,
 Juglandaceae: *Engelhardtia colebrookiana*,
 Liliaceae: *Asparagus racemosus*,
 Palmae: *Phoenix*-Arten.

Nicht überall freilich sind im voll ausgebildeten Climaxwalde alle diese Arten vertreten. Denn das Gebiet das dieser tropophylle Wald im Beobachtungsgebiet bedeckt, weist viele Standorte verschiedenwertigen biologischen Charakters auf, die je nach klimatischer oder edaphischer Eigenart ihren besonders zusammengesetzten Climax-Wald aufweisen. — Das sind dann erst die eigentlichen Waldtypen, deren klare Ausscheidung Aufgabe der Zukunft wäre. — Beispielsweise kann man leicht beobachten, dass extreme Standorte artenarme und ganz charakteristisch zusammengesetzte Waldtypen aufweisen. — An mageren, steinigten, sehr trockenen Standorten fand ich oft nur *Euphorbia royleana* mit *Carissa spinarum* und *Rhus parviflora* Bestände bildend. — Freilich wird man bei diesen Studien niemals die grossen Störungen ausser Acht lassen, die menschliche Eingriffe verursacht haben. — Die an einem bestimmten Standort im Monsunwald des Himalaya vorkommenden Arten sind nicht ausschliesslich jene, die auf diesem Standort die biologisch stärksten sind, sondern häufig jene, die auf diesem Standort und bei den gegebenen Eingriffen des Menschen sich noch erhalten haben. — Würden diese Eingriffe des Menschen sistiert werden, dann erst würden sich im Laufe der Zeit alle jene Arten einfinden, die den biologischen Charakter des Standortes in Wirklichkeit entsprechen. Der Strom der Natur zu den standortgerechten Endzuständen, ein Naturgesetz, das man bei näherem Zusehen überall, besonders in den grossen Einöden beobachten kann, ist aber in seinem normalen Ablauf oft unterbrochen, oft gestört worden, wo der Mensch

mit seiner Wirtschaft gegen die vegetabilischen Reserven der Erde einen Druck ausübt. Im Beobachtungsgebiet fand ich zahlreiche verschiedene Formen des Monsunwaldes, die zumeist Degenerationsstufen des Climaxwaldes, oder Pioniere zum standortgerechten Endzustand darstellen, verursacht durch menschliche Eingriffe. — Auf gleichem Standort werden verschiedene Eingriffe und auf verschiedenen Standorten gleiche Eingriffe verschiedene Resultate zeitigen. — Das kompliziert das Problem ungemein, besonders wenn es sich von Natur aus um reich zusammengesetzte Waldtypen handelt, die dadurch besonders komplex und ich möchte sagen, besonders empfindlich sind. — Gesonderte Erwähnung verdient, obwohl im Beobachtungsgebiet recht spärlich vertreten, der im Monsunwald eingebettet vorkommende und der grossen Gruppe der Monsunwälder wohl zuzurechnende Sal-Waldtyp mit *Shorea robusta* als führender Holzart. An gute Standorte mit frischem, gut drainierten, reichen und tiefgründigen Boden gebunden, ist dieser Waldtyp eine recht typisch edaphische Form. — *Shorea robusta* baut hohe, schlanke aufrechte dunkelgraue Schäfte mit dickem tiefgrünem Laub. — Der Wald ist dicht, mit relativ spärlichem Unterwuchs und niemals völlig laublos. — Zweifellos hat sowohl in Beobachtungsgebiet, wie auch in Indien überhaupt, dieser Waldtyp ursprünglich grössere Areale bedeckt. — Aber der Umstand, dass *Shorea* ein ganz ausgezeichnetes Bauholz gibt, hat sehr zur Vernichtung der Wälder beigetragen. (Gegenwärtige Gesamtfläche in Indien: ca 17 000 km²).

Bei einer Seehöhe von 1 400—1 500 m haben die Monsunlaubwälder ihre obere Verbreitungsgrenze erreicht und der *Pinus longifolia*-Wald wird auf weiten Gebieten alleinherrschend. Über die ausserordentlich interessanten Probleme der Waldverbreitung und Waldbiologie auf die der Reisende in den Berührungsgrenzen zweier verschiedener Waldzonen stösst, kann ich in dieser Arbeit nur an wenigen Stellen eingehen. Sie sind für den Botaniker eben so interessant wie die Probleme der Kontaktwirkungen für den Geologen und Mineralogen. Bemerkenswert will ich nur, dass der Himalaya ein geradezu klassisches Studiengebiet für waldbaulich botanische Stu-

dien dieser Art bildet. Besonders scharf tritt die biologische Eigenart eines Waldtyps in den Grenzgebieten seiner Verbreitung in Erscheinung, dort wo er gleichsam alle biologischen Kräfte entfalten muss, um das Terrain zu behaupten und wo geringfügige Standortsunterschiede bereits zu Gunsten des einen oder des anderen der zwei concurrierenden Nachbartypen entscheiden, oder wo menschliche Eingriffe selbst subtiler Art die concrete Verbreitungsgrenze der Nachbartypen verschieben können, die hier äusserst empfindlich um die mittlere Linie der durchschnittlichen Verbreitung oscilliert. Diese Probleme der Berührung- oder Grenzzonen wiederholen sich in zahlreichen Variationen in den verschiedenen Höhenzonen des Himalaya und es bietet seltenen Genuss oft ein und dasselbe Problem in soviel verschiedenen Gestaltungen wiederzuerkennen.

Der *Pinus longifolia*-Wald, einmal restlos dominierend geworden, ist in krassem Gegensatz zu vorbeschriebenem Monsunlaubwald von grosser Einförmigkeit. Der meist reine Bestand dieser dreinadeligen Kiefer ist ausserordentlich schütter und offen und das lichtdurchflutete Kronendach, dessen lange, dünne feine Benadelung die Äste wie ein duftiger Schleier umgibt, hält nur wenig die starke Sonne eines wolkenlosen Himmels ab. Den Boden bedeckt zur Trockenzeit fast nur welkgebranntes dürres Gras und abgefallene Nadeln, deren seifenglatte Schicht den Begang steiler Hänge oft zur Höllenqual macht. Infolge dieser Bodendecke sind im *Pinus longifolia*-Wald Waldbrände eine alltägliche Erscheinung. Die bunte Farbenpracht der Schmetterlinge ist verschwunden aber eine kleine Fliege ist fast allgegenwärtig, die den Reisenden überfällt und blutunterlaufene Saugstellen zurücklässt. Vögel sieht man selten, es wären denn die riesigen Geier, die wie langsam ziehende Punkte im strahlenden Äther kreisen. Auf steilen Felsen lebt an grasigen Stellen das Goral (*Nemorhoedus Goral*) ein gemsenartiges Wild und da und dort, besonders in der Nähe der Eichenzone, kann man wie seltsame Gespenster langschwänzige grosse Affen mit schwarzen Gesichtern und weissen Bärten in den Kiefernkrönen sitzen sehen. Und so dehnt sich in den Vorbergen des Himalaya, seine Ausläufer und Täler

von B h u t a n bis A f g h a n i s t a n bedeckend, über 8 1/2 Tausend km² in grossartiger Einförmigkeit der *Pinus longifolia*-Wald hin, bald in grossen zusammenhängenden Komplexen, bald vielfach zerrissen und durchlöchert von zahllosen Siedlungen und Terrassenkulturen. Im Tehri Garhwal Staate sind gerade die Gebiete dieses Waldtypus besonders dicht besiedelt, weil der schütterere Bestand eine ausgezeichnete Viehweide und seine Stämme ein vorzügliches Bauholz ergeben. Vorherrschend oder dominierend tritt der *Pinus longifolia*-Wald zwischen etwa 1 300 und 1 800 m auf, obwohl einzelne Bestände sich auch viel höher oder viel tiefer vorfinden. Er wurde von manchen Botanikern als rein edaphische Formation angesehen, deren Verbreitung durch Wassermangel bedingt sei, und demgemäss würde das gegenwärtige Verbreitungsgebiet der *Pinus longifolia* von den nachbarlichen Waldtypen okkupiert werden, wenn es nur die Feuchtigkeitsverhältnisse gestatten würden. Dieser Ansicht kann ich nicht beipflichten. Die *Pinus longifolia* bildet eine klar ausgeprägte Waldzone in der erwähnten Seehöhe und es kann wohl kaum angenommen werden, dass dieser Verbreitungsgürtel identisch wäre mit einem Gürtel besonderer Trockenheit. Daher pflichte ich Champion bei, wenn er sagt: »... no other species are likely to displace Chir (*P. longifolia*) from the central parts of its range, without a fundamental alteration in climate, i.e. Chir must be considered a climax formation»... Im Beobachtungsgebiet ist der *P. longifolia*-Wald zumeist seit langer Zeit menschlichen Einflüsse, insbesondere regellosen Plenterhiebes und periodischem Abbrennen der Streu ausgesetzt gewesen. Man findet daher selten die natürliche Pflanzengemeinschaft dieses Waldtyps vertreten. In der überwiegenden Anzahl der Fälle handelt es sich um reine, sehr schütterere Bestände mit Gras als vorwiegender Bodendecke (Fig. 1). Da und dort finden sich Gebüsche wie *Indigofera gerardiana*, *Rhus parviflora*, *Woodfordia floribunda*, *Berberis lycium*, *Rubus ellipticus* u.a. beigemischt, an felsigen Stellen nicht selten *Euphorbia royleana*.

An den oberen Grenzen seiner Verbreitung ist der *Pinus longifolia*-Wald nicht selten mit *Quercus incana* vermischt, wobei letztere

zumeist den Zwischen- und Unterstand bildet. Und wo, wie dies sehr häufig der Fall ist, der *Quercus incana*-Wald geschneitelt wird, dort dringt die *Pinus longifolia*, sofern es sich um Locale an der unteren Verbreitungsgrenze der Eiche handelt, in den Eichenwald ein, arbeitet sich rasch in dem Zwischenstand empor und wird schliesslich dominierend. Derart kann der *Pinus longifolia*-Wald innerhalb gewisser Höhengrenzen sein Verbreitungsgebiet gegen die Eichenzone zu vergrössern. — Man kann an der Berührungsgrenze zwischen Ban-Wald (*Quercus incana*) und Chir-Wald (*Pinus longifolia*) sehr schön den Kampf der Arten um den Lebensraum beobachten. Unter normalen Naturverhältnissen bedeckt *Quercus incana* an dieser Verbreitungsgrenze alle die Standorte, auf denen sie die biologisch stärkere ist. Die *Pinus longifolia*, die eine der lichtbedürftigsten Holzarten Indiens ist, kann niemals in diesen unberührten geschlossenen dunklen Eichenwald eindringen. — Die Grenze zwischen beiden ist standörtlich fest bestimmt. Wenn aber die Eiche in dieser Zone geschneitelt wird und damit eine fundamentale Änderung im Lichtklima des Eichenwaldes künstlich hervorgerufen wird, dringt *Pinus longifolia* sofort ein und behält das Terrain, so lange die Schneitelung fortgesetzt wird (Fig. 2). Hört letztere auf und kann also die Eiche wieder ihr volles Laubdach entwickeln, dann kann sich die Kiefer aus Lichtmangel nicht verjüngen und nach Absterben der vorwüchsigen Altkiefern gehört der Raum wieder ganz der Eiche an.

Die *Pinus longifolia*-Wälder sind von grosser ökonomischer Bedeutung und ein ungemein wertvoller Bestandteil der Himalayaforste. — Das Holz wird zu Bauzwecken und weiters in grossen Mengen für Eisenbahnschwellen verwendet. Die letzteren werden im Walde selbst behauen, von Kulis zu den Bachläufen geschleppt und zur Regenzeit in die indischen Ebenen getriftet.

Bei ca 1 900—2 000 m Seehöhe bleibt die *Pinus longifolia* zurück und die Zone der immergrünen Eichenwälder wird herrschend. Zungenförmig schiebt sie sich Bachläufen folgend, tief ins Kieferngebiet ein. — In diesen feuchtkühlen Runsen findet der Eichenwald die klimatischen und edaphischen Vorbeding-

ungen, die ihm die biologische Vorherrschaft noch auf diesen Grenzstandorten seiner unteren vertikalen Verbreitung sichern, während die Kiefer die warmen, trockenen Wasserscheiden und Bergnasen behauptet und ihrerseits auf diesen Standorten in die Eichenzone hineinzuragen scheint. — Derart macht es den Eindruck als wären die zwei Waldzonen in der Horizontalprojektion ihrer Verbreitung gleichsam ineinander verzahnt.

Die von den immergrünen Eichenwäldern bedeckten Gebiete des Himalaya sind ungeheuer gross. — Bis etwa 3 000 m herrschen die Eichen allein, in den höheren Lagen unberührte Urwälder von gewaltiger Ausdehnung bildend. Dann kommen die Tannen und Fichten (*Abies Pindrow* und *Picea Morinda*) hinzu, deren Anteil mit steigender Höhe wächst, ohne dass aber die Eichenzone gänzlich verschwände. — Noch bei 3 300 m ist der Wald ebensowohl durch die Tannen und Fichten, wie durch die Eiche charakterisiert. Drei Eichenarten sind in verschiedenen Höhen die dominierenden Holzarten. — An der untersten Verbreitungsgrenze der Eichenzone, gegen das *Pinus longifolia*-Gebiet zu, ist es die *Quercus incana*, die mit ihren Begleitern den Wald aufbaut. Ihr folgt bei etwa 2 400—2 500 m die *Quercus dilatata* und schliesslich bei 2 600—2 700 m die *Quercus seme carpifolia*. — Die Gebiete der einzelnen Eichenarten greifen wohl in einander über, aber doch nur an den Berührungszonen. — Darüber hinaus gibt es dann deutliche Gürtel, in denen die entsprechende Eichenart das Waldbild allein beherrscht. Am wenigsten deutlich ausgeprägt ist im Beobachtungsgebiet die *Quercus dilatata*-Zone, die von den beiden angrenzenden Zonen, der *Quercus incana* von unten, der *Quercus semecarpifolia* von oben her, oft so überlappt wird, dass ein Mischwald entsteht, der zwei, manchmal alle drei Eichenarten enthält, meist nur durch locale Standortsunterschiede getrennt.

Der *Quercus incana*-Wald, die unterste Zone des immergrünen Eichengürtels, grenzt unmittelbar an das *Pinus longifolia*-Gebiet an. — Man kann sich wohl keinen grösseren Gegensatz denken, als den, der zwischen diesen beiden nachbarlichen Waldtypen

herrscht. Aus dem schütterten, lichtdurchfluteten, gleichförmigen Kiefernwald gelangt man plötzlich in den schattig-dunklen, dichten ungleichförmigen Laubwald, dessen Wuchsraum vom Boden bis zu den Kronen der dominierenden Bäume mit vegetabilischer Substanz völlig erfüllt ist (Fig. 3). Der Boden ist mit zahlreichen krautartigen Schattenpflanzen bedeckt. Darüber erheben sich in mehreren Etagen Gebüsche, Sträucher und Kleinbäume und aus diesem dichten Buschwald ragen die mächtigen Stämme der *Quercus incana* hervor, bedeckt mit Lianen, deren Geranke von Baum zu Baum Girlanden windet, währen die Äste der gewaltigen Baumkronen über und über mit epiphytischen Farnen, Orchideen, Begonien etc. behängt sind, so dass zur Monsunzeit ein jeder Baum geradezu einem kleinen botanischen Garten gleicht. Einzelnen und in Gruppen verteilt stehen die Stämme des baumartigen Rhododendron über und über mit roter Blütenpracht bedeckt, von fern her brennenden Riesen-Fackeln gleichend (Fig. 4). — Smaragdgrüne Papageien schwirren in kleinen Scharen mit schrillum Ruf vorbei und der ganze Wald wiederhallt vom Gesang der Vögel und vom Zirpen zahlloser Zikaden. — In den dichten Gebüschern lebt das zierliche Kakur (*Muntiacus Muntjak*), und der mächtige Barasingh. Stachelschweine verschwinden rassellenden Laufes und der furchtbare, schwarze Himalayabär teilt mit dem Leopard die Herrschaft über den Wald. Zahllose kleine Bluteigel, die namentlich zur Monsunzeit überall am Boden herumwimmeln, machen das Wandern und Campieren in diesen Wäldern zur Qual. — Niemals aber habe ich die alte Rossmässlersche Wahrheit von der organischen Harmonie des Waldwesens so eindringlich gefühlt wie in den Eichenwäldern des Himalaya, wo man eine tiefe Einheit in der grandiosen Vielheit floristischer und faunistischer Einzelheiten als elementare Tatsache unmittelbar empfindet.

Quercus incana beherrscht mit etwa 60—70 % Bestdeckungsanteil das Waldbild. — Ihr zugesellt finden sich als regelmässige Begleiter *Rhododendron arboreum* und *Pieris ovalifolia*, die etwa 20—30 % resp. 5—10 % der Bestockung ausmachen. — Die Etage der Sträucher und Kleinbäume besteht vornehmlich aus folgenden Arten: *Berberis*

aristata und *lycium*, *Cornus capitata*, *Viburnum cotinifolium* und *coriaceum*, *Myrsine africana*, *Rubus lasiocarpus*, und *paniculatus*, *Lonicera quinqueocularis*, *Coraria nepalensis*, *Sarcococa pruniformis*, *Daphne cannabina*, *Evonymus tingens* und *pendulus*, *Carpinus viminea*, *Cotoneaster bacillaris*, *Rhamnus procumbens*, *Betula alnoides*, *Ilex dipyrena*, *Pyrus pashia*, u.a. mehr. Um die Bäume und Kleinbäume ranken sich folgende Kletterpflanzen: *Rosa moschata*, *Vitis himalayana*, *Smilax vaginata*, *Clematis nepaulensis*, *Hedera helix*, *Holboellia latifolia* u.a. Unter den zahlreichen Epiphyten, deren vegetative Tätigkeit besonders zur Regenzeit lebhaft ist, wenn die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt und mit Nebeln erfüllt ist, wären vor allem ausser den Flechten und Moosen zu nennen an Farnen: *Goniophlebium lachnopus*, *Pleopeltis simplex* und *Leucostegia pseudocystopteris* deren dichtes Wurzel- und Blattgewirrs mit der Zeit soviel Staub und Humus ansammelt, dass sich auch epiphytische Blütenpflanzen einfinden können usw. *Tripogon filiformis*, *Begonia amoena*, *Thalictrum saniculaeforme*, *Peperomia reflexa* u.a. Unberührten Urwald des *Quercus incana*-Typus, wie er hier geschildert wurde, findet man allerdings nur sehr selten im Beobachtungsgebiet, meist nur in den weit entlegenen, dünn besiedelten Tälern und in den Einöden grösserer Wasserscheidegebiete. Im Übrigen ist der *Quercus incana*-Wald fast überall durch excessive Waldweide und Laubschneitelung verwüstet, stellenweise sogar vollständig vernichtet worden. — Wie in den meisten Gebirgsländern ist auch im Himalaya die Landwirtschaft aufs engste mit dem Wald verbunden. — Die Viehweide ist grösstenteils Waldweide und Laub dient in enormen Mengen als Viehfutter. — Ausserdem werden aber die Bäume auch für die Zwecke der Laubstreugewinnung geschneitelt. Die mit den Excrementen des Viehes gemischte und gehörig fermentierte Laubstreu ist das wichtigste Düngemittel des Bergbauern, wodurch er die verbrauchte Bodenkraft, besonders aber auch die, durch die starken Monsunregen von den Steilhängen fortgewaschenen und ausgelaugten Bodennährstoffe zu ergänzen und zu ersetzen sucht. Mit vollem Rechte kann man also für den Himalaya behaupten, dass der Mensch und sein

Vieh zum allergrössten Teile auf Kosten des Waldes leben. — Unter den Laubhölzern, die für Futterlaub und Laubstreugewinnung am meisten in Betracht kommen, steht *Quercus incana* an erster Stelle. Ungeschneitelter und unbeweideter Ban-Wald (Ban-*Quercus incana*) gehört daher zu den Seltenheiten. Überaus häufig ist dagegen der Anblick völlig kahler Talhänge oder nur mit steppenartiger Grasvegetation bedeckter Flussgebiete die, wie aus kümmerlich vegetierendem Eichengebüsch in einigen feuchteren Bachrünsen noch hervorgeht, ehemals dicht bewaldet waren.

Das Holz der *Q. incana* wird zu landwirtschaftlichen Geräten und zur Erzeugung von Holzkohle verwendet. Namentlich in der Nähe der Siedlungen und der grösseren Gebirgsstationen sind die Waldverwüstungen auch auf excessive Holzaushiebe für die Zwecke der Holzkohलगewinnung zurückzuführen. Als Nutzholz ist aber die Eiche nicht verwendbar und daher besitzen die ausgedehnten Eichenwälder des Himalaya zur Zeit wenigstens keine über den engsten Lokalbedarf hinausgehende Bedeutung.

Zwischen 2 500 und 2 600 m ist das Optimum der *Quercus incana*-Zone überschritten, ihre obere Verbreitungsgrenze ist erreicht. Sie zieht sich auf die warmen Hügelrücken und Bergnasen zurück, und überlässt die feuchtkühlen Täler und Rünsen einem neuen Waldwesen, das dann höher oben den *Q. incana*-Wald schliesslich auch von den Bergrippen vertreibt und die nächste Zone des Himalaya Eichenwaldes bildet. Es ist dies der *Quercus dilatata*-Wald mit seinen Begleitern und die verschiedenen Typen des Laubbergwaldes, die sich in dieser Zone in feiner Anpassung an die lokalklimatischen und edaphischen Bedingungen des topographischen und geologischen Details einfinden. An der oberen Verbreitungsgrenze des *Q. incana*-Waldes kann man also gerade das Umgekehrte beobachten von dem, was an seiner unteren Verbreitungsgrenze gilt. Während er in letzterem Falle den feuchtkühlen Bachrünsen und Taleinschnitten folgend, zungenförmig tief ins *Pinus-longifolia*-Gebiet vordringt, sind es im ersteren Falle gerade die warmen Bergrippen und Hügelrücken, die ihm noch über seine durchschnittliche obere Verbreitungs-

grenze weit ins *Q. dilatata*-Gebiet hineinragen. Beides ist Ausdruck des gleichen Gesetzes, nämlich der Tendenz, den Verbreitungsbezirk nach Möglichkeit auszudehnen. Also alle jene Lokale zu okkupieren auf denen die betreffende Waldform die biologisch stärkste ist. An den Untergrenzen der vertikalen Verbreitung sind dies im vorliegenden Falle die feuchtkühlen Taleinschnitte, an den Obergrenzen die warmen Bergvorsprünge. Im Allgemeinen kann man aber beobachten, dass die mikroklimatischen Modifikationen, die mit der Terrainkonfiguration zusammenhängen, umso mehr Einfluss gewinnen, je mehr sich eine Waldform den Grenzen ihrer vertikalen Verbreitung nähert.

Die Zone des *Q. dilatata*-Waldes zeigt Waldformen von noch grösserer Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung und Schönheit des Waldbildes als jene der *Q. incana* (Fig. 5). In vielen verschiedenen Lagen, in denen ich diese Waldzone studieren konnte, fand ich zumeist etwa folgende Arten vor: *Q. dilatata*, *Pieris ovalifolia*, *Rhododendron arboreum*, *Acer pictum* und *caudatum*, *Ilex dipyrrena*, *Viburnum stellulatum*, *Macilus Duthiei* und *M. umbellata*, *Berberis lycium*, *Cotoneaster bacillaris*, *Jasminum humile*, *Salix elegans*, *Alnus nepalensis*, *Symplocos crataegoides*, *Evonymus fimbriata*, *Rubus nivea* u. *lasiocarpus*, *Betula alnoides*, *Evonymus tingens*, *Carpinus vimini*, *Rhamnus dahurica*, *Pyrus pashia*, *Indigofera heterantha* u.a. Einige dieser Arten finden sich vorwiegend in den tieferen Teilen des Verbreitungsbezirkes und sind auch dem *Q. incana*-Wald eigentümlich, andere wieder sind bereits Arten des *Q. semecarpifolia*-Waldes und demgemäss eher in den höheren Elevationen des *Q. dilatata*-Gebietes zu finden, wie ja auch die *Q. semecarpifolia* selbst, und auch *Abies Pindrow* in diesen oberen Teilen der in Rede stehenden Zone sich nicht selten eingeprengt vorfindet. Überhaupt findet man in der vertikalen Verbreitung der Vegetationszonen im Himalaja den alten Satz »N a t u r a n o n f a c i t s a l t u s« zumeist bestätigt. Nur allmählig wandelt sich das Waldbild wenn man aufwärts steigt. Arten bleiben zurück, andere treten auf. Und erst nach einer Weile merkt man die Unterschiede. Das was wir »Zone« nennen ist ein Begriff den man mehr oder

weniger deutlich nur aus grosser Distanz wahrnimmt. Im Detail der Wirklichkeit besehen, zerrinnt er zwischen den Händen und man sieht nur unendliche Stetigkeit der Übergänge.

Der *Q. dilatata*-Wald ist womöglich noch ungleichartiger, noch lichter, noch üppiger als der *Q. incana*-Wald, wohl infolge der besonderen Feuchtigkeit dieser Zone. Der Boden ist mit krautartigen Schattenpflanzen bedeckt, die aus einer milden Humusschicht aufwachsen. Nirgends habe ich Anhäufung unzersetzter Laubstreu bemerkt. Über der Schicht der Bodenpflanzen folgt jene der Kleinsträucher und Kleinbäume, oder an feuchteren Stellen ein mehr oder weniger dichter Unterstand von Ringal, eines bambusartigen Grases *Arundinaria spathiflora*, der oft mehrere Meter hoch wird und geradezu einen Wald unter dem Walde bildet. Aus dieser unteren Etage der Gebüsch-, Sträucher-, Kleinbäume und des Ringals erheben sich die mächtigen Säulen der *Quercus dilatata*, der grössten der drei wichtigsten Himalaya-Eichen, über und über bedeckt mit Kletterpflanzen, während von den Ästen der breiten Kronen zahllose Epiphyten, Farne und Moose herabhängen. — Ständige Dämmerung herrscht in diesem Walde. Dringt aber da und dort durch eine Lücke in den zahllosen Laubschichten ein Sonnenstrahl ins Waldinnere, dann erglänzt das Blätterwerk in feierlichem Leuchten, Seine glatten Oberflächen spiegeln den Strahl und unzählige Farben und Schattierungen leuchten aus den dunklen Waldestiefen auf. An frischen, kühleren Standorten dieser Zone kann man häufig einen besonderen Laubwaldtyp beobachten, der sich etwa aus folgenden Arten zusammenmengt: *Juglans regia*, *Aesculus indica*, *Carpinus vimini*, *Alnus nepalensis*, *Acer oblongum*, *Cedrela serrata*, *Cornus macrophylla*, *Carpinus vimini*, *Lonicera quinqueocularis*, *Rubus macilentus*, *Viburnum stellulatum*, *Smilax vaginata*, *Deutzia corymbosa*, *Ulmus Wallichiana*, *Desmodium, tiliaefolium*, *Leycesteria formosa* u.a. — Die Mischung ist oft eine horst- bis kleinstandesweise. — So findet man beispielsweise an einer Stelle Gruppen der *Juglans regia* mit einem Flor weissblühender Pfingstrosen *Paeonia Emodi* als Bodenpflanze, an anderen Stelle Gruppen der *Aesculus indica* u.s.w. (Fig. 6).

Als dritte und letzte Zone des immergrünen Laubwaldes stellt sich bei etwa 2700 m der *Quercus semecarpifolia*-Wald ein, der weite Gebiete in den hohen Elevationen als sehr deutlich ausgeprägte Waldform beherrscht. Die *Quercus semecarpifolia* dominiert als Leitpflanze weit stärker als die beiden vorgenannten Eichenarten in ihren Zonen. — Gegenüber dem sehr dichten Stand ihrer mächtigen Stämme tritt der Unterwuchs und die Sous-Etage vielleicht etwas mehr zurück, als dies in den anderen Eichenwäldern der Fall ist (Fig. 8). Aber der Ringalbambus entwickelt sich hier zu vollster Üppigkeit und bildet schier undurchdringliche Dickichte (Fig. 7). Epiphyten und Kletterpflanzen sind sehr zahlreich vertreten und von den Ästen und Stämmen hängen lange olivgrüne Bartflechten herab. — Der Wald ist aber einförmiger, artenärmer, düsterer als die vorgenannten Typen. — Das myriadenhafte Zirpen, Singen und Summen ist verstummt, nur dann und wann durchklingt von weitem Berghang der metallisch-glockenhelle Ruf des Munals, des wunderbaren Fasans der höchsten Himalayaregionen das ewige Schweigen. — *Quercus semecarpifolia* beherrscht mit etwa 75 % Anteil die Bestockung. Ihr zugesellt finden sich häufig etwa folgende Arten: *Taxus baccata*, *Rhododendron arboreum*, *Acer pictum* und *caudatum*, *Rosa microphylla* und *sericea*, *Viburnum stellulatum* und *cotinifolium*, *Macilus umbellata*, *Salix elegans*, *Pyrus lanata* und *vestita* *Evonymus lacerus* und *fimbriatus* und in den tieferen Regionen *Pieris ovalifolia* und in den höheren die scharf aromatisch riechende *Skimmia laureola*, der nach dem Glauben des Bergvolkes die Drüse des Moschustieres (*Moschus moschiferus*) das hier zu Hause ist, den wertvollen Riechstoff verdankt. — Je höher man ansteigt, umso häufiger finden sich die hohen dunklen Spindelgestalten der *Abies Pindrow* beigemischt. *Picea Morinda* erscheint und schliesslich ist der Wald ein Laub und Nadelholzmischwald geworden, in welchem die Fichten und Tannen einen immer höheren Anteil erlangen (Fig. 9) bis schliesslich der *Abies Pindrow*-Wald herrschend wird. — Die Zersetzung der abgestorbenen Pflanzenreste geht wesentlich langsamer vor sich und am Boden liegen häufig gebleichte Baumleichen oder halbverweste Ronnen

umher. — Nicht selten konzentriert sich in diesen Elevationen der Nadelwald auf die flachen Depressionen und Mulden, während *Quercus semecarpifolia* die Bergrücken beherrscht. So findet man in den höchsten Teilen der meist grosszügig amphitheatralisch aufgebauten Talkessel am Bergrücken und ebenso auf den Wasserscheidenrippen, der fächerförmig in diesen Talkesseln angeordneten Bachtäler den *Quercus semecarpifolia*-wald, in den Tälern selbst aber, oben den Nadenwald und weiter unten Waldtypen der *Quercus dilatata*-Zone.

Die hier kurz geschilderte Verteilung der Eichenwaldzone im Westhimalaya erfährt natürlich durch lokale Standortverhältnisse mannigfache Modifikationen. Nicht immer ist die *Quercus dilatata*-Zone deutlich ausgeprägt. Ihren Waldtypen scheinen erhöhte Ansprüche auf Frische und vielleicht auch Mineralreichtum des Standorts eigentümlich zu sein. — Besonders ersteres. Die *Quercus semecarpifolia* ist der unumschränkte Herrscher der obersten Zonen und *Quercus incana* ist eine Waldform starker Natur und grossen Ausbreitungsvermögens und wahrscheinlich anspruchsloser als der *Quercus dilatata*-Wald.

Der Seehöhe der Eichenwälder zugehörig, doch aber an keine ihrer speziellen Zonen gebunden, ist der *Cedrus deodara*-Wald. Im Beobachtungsgebiet kann man ihn in allen Elevationen zwischen etwa 1 800—2 000 m antreffen, allerdings nicht an allen Standorten. — Seine ökologische Beziehung zu den übrigen Waldformen dieses Höhengürtel, besonders zu den immergrünen Eichenwäldern im Westhimalaya ist ein ungeklärtes und recht schwieriges Problem, auf das im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden kann. — Die Himalaya Ceder ist die wertvollste Holzart des Westhimalaya und es ist daher nicht zu verwundern, dass grosse Cedernwälder rücksichtslos ausgebeutet und zerstört wurden, wiewohl in der Gegenwart eine bessere Einsicht Platz greift und Ansätze einer mehr pfleglichen Bewirtschaftung bereits beobachtet werden können. — Das meiste Cedernholz wird derzeit zu Eisenbahnschwellen verarbeitet, die im Walde erzeugt, zu den Wildbächen getragen und in der Regenzeit in die Ebenen herabgetriftet werden. — Die

gesamte, von Deodar-Wäldern bedeckte Fläche im Westhimalaya wird auf etwa 5 200 km² geschätzt und bildet der Tehri Garhwal Staat deren östliche Verbreitungsgrenze. — Der Deodar-Wald bildet hier zwei grössere kompakte Waldareale, nämlich im Nordwesten des Staates im Flussgebiet des Tons-river (Jaunsar-Bawar) und im obersten Gangestal jenseits der grossen Ketten des hohen Himalaya. — Ausserdem aber finden sich fast überall im Staatsgebiete zerstreut, innerhalb der angegebenen Höhengrenzen sehr viele kleine Deodarparzellen von der Grösse eines Hectars bis zu hundert und mehr. — Die Deutung dieses merkwürdigen Vorkommens ist ebenfalls einer späteren Arbeit vorbehalten. Der Typus des Deodarwaldes, wie ich ihn im Tons-Flussgebiet sah, ist etwa folgender: Bis etwa 1 300 und 1 400 m steigt der tropophylle Monsunwald in den Tälern empor. Dann folgt bis etwa 1 800—1 850 m *Pinus longifolia*. Darüber ein Mischwald von *Quercus incana* und ihren Begleitern mit *Pinus excelsa*, der herrlichen Blaukiefer des Himalaya, die sich zumeist mit *Cedrus Deodora* vergesellschaftet vorfindet. Bald darauf stellt sich die Ceder selbst ein und bei ca 2 400 m auch *Abies Pindrow* und *Picea Morinda*. Dann haben wir einen Urwald von etwa folgender Eigenart und Zusammensetzung vor uns. — Zahlreiche Kräuter und Farne bedecken den Boden, dessen Streu aus rasch sich zersetzender Laub- und Nadelschicht besteht. Darüber erhebt sich die Etage der Sträucher und Kleinbäume die dem *Quercus incana*-Wald eigentümlich sind. *Desmodium tiliaefolium*, *Berberis* Arten, *Ilex dipyrena*, *Pyrus pashia*, *Populus ciliata*, *Rhus*-Arten, *Jasminum humile*, *Fraxinus floribunda* und vor allem *Rhododendron arboreum* und *Pieris ovalifolia* fallen besonders auf. — Aus dieser Vegetationsschicht, die den ganzen Zwischenraum zwischen Boden und Kronen der dominierenden Bäume ausfüllt, erheben sich mächtige Exemplare der *Cedrus Deodara* mit ihren flachen Kronen und ihren so charakteristischen wagrechten Ästen (Fig. 10). Dazwischen stechen einzeln und in Gruppen die dunklen Riesenspindeln der *Abies Pindrow* hervor, der *Picea Morinda* oft beigesellt ist. Der übrige Wuchsraum ist von den grossen eiförmigen Kronen der *Pinus excelsa* erfüllt und den breitausladenden Ast-

und Laubmassen der massiv-gedrungenen *Quercus incana*, die auf frischen Standorten von der *Quercus dilatata* ersetzt wird. Kletternde Rosen, Efeu und wilder Wein ranken sich in dichten Geflechten an den Riesenstämmen empor, oder umhüllen mit üppigem Grün die bleichen Baumleichen, die da und dort in die Überfülle des Lebens aufragen. — Der Duft der Lilie mischt sich mit dem würzigen Harzgeruch der Ceder und die Luft ist erfüllt von tausendfältigem Gesang und Gezirpe. Da und dort finden sich auch gleichalterige Cedernstangenhölzer, nicht selten mit schneegebrochenen Wipfeln. Auch *Pinus excelsa* geht in diesen Stangenhölzhorsten oft gut mit und die einzel- und gruppenweise Mischung dieser zwei Nadelhölzer ist etwas Naturgewolltes. — Über 3 000—3 100 m ist aber dieser Urwald doch nur mehr sehr selten zu finden und der düstere *Quercus semecarpifolia*-Wald bedeckt die Bergspitzen so weit sie sich zu dieser Höhe erheben. In der Nähe der Obergrenzen der Verbreitung dieses Cedernwaldes werden auch expositions-klimatische Faktoren von grosser Bedeutung. — Auf den Südhängen herrscht der Deodarwald und nach wenigen Minuten, wenn man die Bergrippe umgeht und sich nunmehr, ohne die Elevation zu ändern, am Nordhang befindet, steht man mitten im echten *Quercus semecarpifolia*-Wald.

Etwas anderes ist der grosse Deodarwald im obersten Talgebiet des Ganges beschaffen. — Hier bedeckt er die Nord und Südhänge dieses tief eingeschnittenen, von O nach West verlaufenden Bassins, dessen Feuchtigkeitzufuhr durch die im Süden vorgelagerten 6 000—7 000 m hohen Ketten abgesperrt ist. Die Eichen fehlen vollständig. — *Abies Pindrow* und *Picea Morinda* findet sich nur in den Talkesseln der kühleren und frischeren Nordhänge. *Pinus excelsa* zeigt deutlich die Tendenz, die frischeren Standorte aufzusuchen und ist auch häufig oberhalb der Ceder zu finden. — Rasch okkupiert sie die ehemaligen Cedernareale, die durch rücksichtslose Holzaushiebe verwüstet wurden und bildet hier recht dichte Stangenhölzer. — Die ganzen Südflanken aber und die eher trockeneren Teile der Nordhänge bedeckt ein fast reiner Cedernwald, der aber von regellosen Plenterhieben und einer rücksichtslosen Beweidung durch unzählige Schafe

und Ziegen verwüstet wurde. — Verjüngung ist unter solchen Verhältnissen ausgeschlossen. Und so besteht denn der Wald eigentlich beinahe nur aus einzelnen uralten Stämmen mit dürren Wipfeln, die in ausserordentlich schütterem Stand auf den Hängen verstreut sind (Fig. 11). Am Südhang bildet die Ceder sehr häufig die Waldgrenze. Nur da und dort schiebt sich zwischen den Cedernwald und die Felsen noch ein schmaler Gürtel von *Betula utilis* und an einigen Stellen finden sich da oben auch kleine Flecken von *Pinus excelsa*. — Die Deodarceder ist einer der herrlichsten Bäume, die ich je sah. Und wenn man vor einem der Tempel steht, die das Bergvolk in den Cedernwäldern errichtet hat, dann versteht man es, dass hier wirklich »deodara« ist, d.h. Weg zu den Göttern, denn der heilige Wald erfüllt die Seele mit dem Gefühl feierlicher Würde.

Es gibt Orte, an denen der *Quercus semecarpifolia*-Wald die letzte Waldzone überhaupt darstellt und direkt in die Hochalm übergeht. In der überwiegenden Anzahl der Fälle aber, fast als Regel, schiebt sich zwischen den *Quercus semecarpifolia*-Wald und die Alm noch eine Reihe anderer Waldtypen, die die verticale Wald- und Baumgrenze im Westhimalaya bilden. Bei ca 3 200—3 400 m zieht sich *Quercus semecarpifolia* auf die wärmeren und trockeneren Hügelrücken zurück, die Mulden und Vertiefungen dem *Abies Pindrow* Wald überlassend, dem sich dann bei ca 3 500 m die *Betula utilis* zugestellt. Die Eiche bleibt endlich vollständig zurück und ein hochalpines Waldwesen folgender Eigentümlichkeit besetzt alle Standorte. Der Unterstand besteht aus fast undurchdringlichen Dickichten des *Rhododendron campanulatum*, *Ribes rubrum* und *glaciale* (?) *Lonicera alpigena* und *angustifolia* u.a. Aus diesem zum Teil kriechenden und miteinander sich verflechtenden Dickicht erheben sich die mächtigen Stämme der Tanne, die je höher man wandert, umso groteskere Formen bilden, typische Wettertannenformen, mit dürren Wipfeln, zerzausten Kronen und dicht behängt mit langen Bartflechten. Dazwischen leuchten die hellen Stämme, Gruppen und Horste der *Betula utilis* auf. Grossblättrige Erdbeeren Farne und *Aconitum* bedecken offene Plätze. Immer schütterer wird der Wald, immer

grotesker die Baumformen, die Birke neigt sich zu Boden und kriecht wie Knieholz dahin. Schliesslich bleiben Tanne und Birke zurück und *Juniperus recurva* erscheint. Dieser Wacholder zusammen mit *Rhododendron campanulatum* und *anthopogon* bildet die Waldgrenze und zungenförmig schiebt sich diese letzte Wald-Gemeinschaft, alle kleinsten Vorteile des Standortes noch ausnützend, gegen die weite offene Hochalm vor (Fig. 12). Bei 3 750—3 800 m löst sich auch dieses Gebüsch auf und vor uns dehnt sich, soweit das Auge reicht, die Hochregion des Himalaya aus, eine schier unendliche Welt von Almen und Wiesen, ein wunderbares Grasland voll der köstlichsten Alpenkräuter und Blumen. — Und daraus wachsen, den Horizont allseitig umkränzend und erfüllend, in greifbarer Nähe die höchsten Eisspitzen und Schneefelder der Erde hervor, glitzernd und schimmernd im Sonnenglast. Auf den weiten Almen grasen Herden von Bharals (*Ovis nahoar*) der braune Bär (*Ursus isabellinus*) durchstreift die Grassteppen und gräbt Hummelnester aus, und im Sand der Gletscherbäche kann man die Spuren des prächtigen Schneeleoparden (*Felis uncia*) sehen. — Eine dünne Luft erfüllt den Raum, von der Younghusband sagt, sie erhebe einen über alle niedrigen Triebe. — Eine tiefe heilige Sabbathstille herrscht, unterbrochen nur vom Donner des Gletschereises, das über schaurige Abgründe bricht, in jenem unzugänglichen Reich, in dem es kein Leben mehr gibt!

LITERATUR:

- (1) DUDGEON-KENOYER: A Contribution to the Ecology of the Western Himalaya (Indian Botanical Society Vol. IV. No 7 & 8).
- (2) TROUP: The silviculture of Indian trees (3 vol.) Oxford 1921.
- (3) Forest Flora of the Siwalik and Jaunsar Forest Divisions by Upendranath Kanjilal Rai Bahadur. Calcutta 1911.

Franz Heske

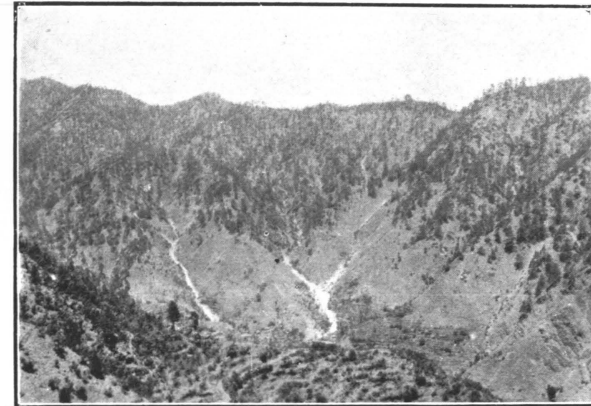


Fig. 1. Verlichteter durch regellose Nutzungen herabgebrachte *Pinus longifolia*-Wald. (Alaknanda-river Gebiet, Tehri Garhwal State)

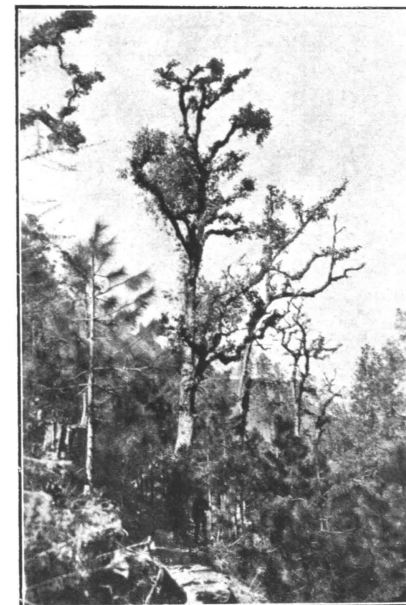


Fig. 2. *Pinus longifolia* dringt in das Gebiet eines geschneitelten *Quercus incana*-Waldes ein. (Bhagirathi river Gebiet, Tehri Garhwal State)



Fig. 3. *Quercus incana*-Wald. (Alaknanda-river Gebiet, Tehri Garhwal State)



Fig. 4. *Rhododendron arboreum* (Tehri Garhwal State)

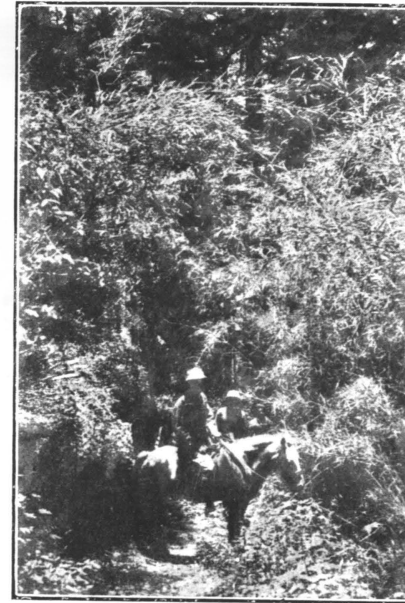


Fig. 7. „Der Wald unter dem Walde“. (Bestände von Ringal-Bambus in den Eichenwäldern des Westhimalaya. — Tons river Gebiet, Tehri Garhwal State)



Fig. 8. *Quercus semecarpifolia*-Wald. (Alaknanda-river Gebiet, Tehri Garhwal State)

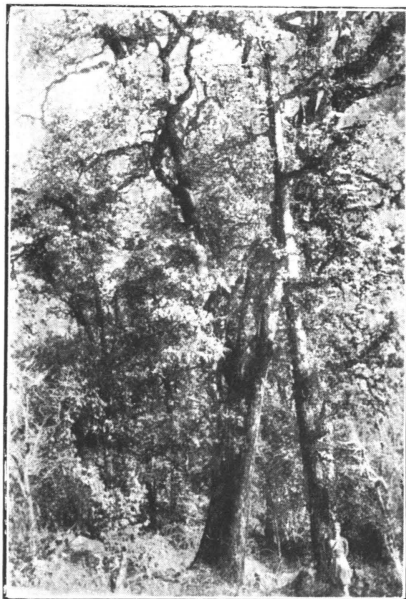


Fig. 5. *Quercus dilatata*-Wald im Alaknanda Gebiet, Tehri Garhwal State.

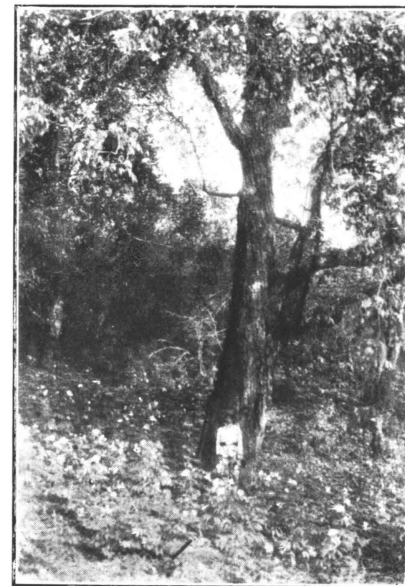


Fig. 6. *Juglans regia* mit *Paeonia Emodi* als Bodenpflanze im *Quercus dilatata*-Wald. (Alaknanda-river Gebiet, Tehri Garhwal State)

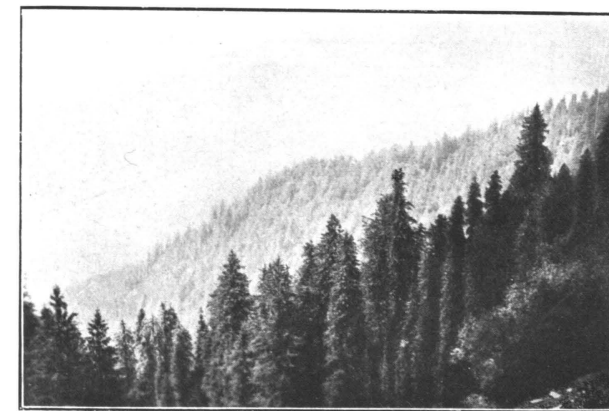


Fig. 9. *Abies Pindrow*-Wald. (Tons-river Gebiet, Tehri Garhwal State)



Fig. 10 *Cedrus Deodara*. (Tons-river Gebiet, Tehri Garhwal State)

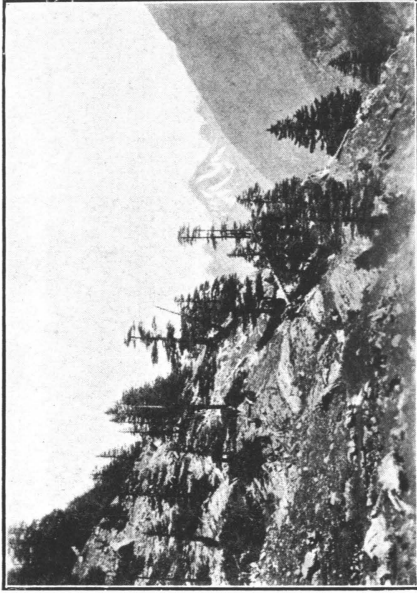


Fig. 11. Der schütterere *Cedrus Deodara*-Wald im obersten Gangestale. — Im Hintergrund die Kharcha-Khand-Spitze, Tehri Garhwal State.

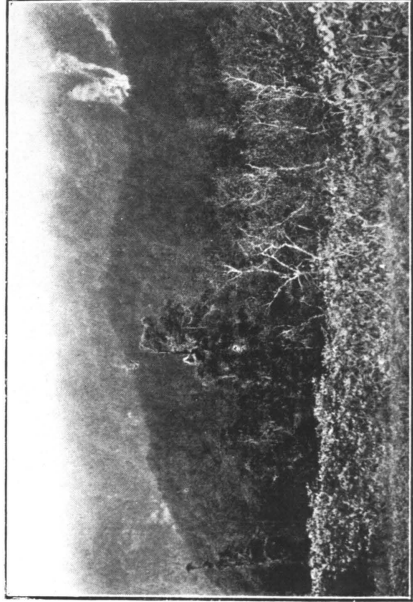


Fig. 12. Wettertannen, *Betula utilis* und *Rhododendron campanulatum* an der Waldgrenze bei ca 3750 m im Bandar-Puteh-Gebiet Tehri Garhwal State.