Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

# FID Biodiversitätsforschung

## Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Waldökologische Studien im westlichen Himalaya - aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien

**Repp, Gertraud**

**1963**

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

**Weitere Informationen**
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

**urn:nbn:de:hebis:30:4-93044**

Visual Library

# Waldökologische Studien im westlichen Himalaya

von

Gertraud Repp

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien)

## I. Der westliche Himalaya in ökologischer und wirtschaftlicher Sicht

Die Autorin hatte im Sommer und Herbst 1959 Gelegenheit, im Rahmen ihrer ökologischen Forschungsarbeit im Auftrag der UNESCO in den Trockengebieten von Pakistan auch im westlichen Himalaya zu arbeiten.

Der westliche Teil der Himalayakette, der sogenannte Karakorum, ist, ebenso wie der anschließende Hindukusch, den Genetikern als eines der wichtigsten Zentren der Artenbildung auf der Erde bekannt, und mehrere Expeditionen haben hier wertvolles Züchtungsmaterial landwirtschaftlicher Kulturpflanzen gesammelt (Scheibe 1937). Für den Pflanzen-Ökologen bietet jedoch darüber hinaus der Karakorum eines der faszinierendsten Beispiele sich überkreuzender Vegetationsveränderungen im Zusammenhang mit der wechselnden Aridität des Klimas (Schweinfurth 1956, 1957). Nicht weniger als drei solcher Trocken-Zonierungen treffen hier zusammen, und zwar:

### 1. Die horizontale Trocken-Zonierung von Ost nach West

Die Trockenheit des Klimas nimmt im Bereich des Himalaya von Ost nach West zu. Während der östliche Teil feuchteres Klima hat und im Bereich der regelmäßigen Monsunregen liegt, steht der Karakorum ökologisch bereits unter dem Einfluß der großen Trockengebiete Zentralasiens. Je weiter nach Westen, desto mehr dominieren typische Trockentäler von steppen- oder wüstenhaftem Charakter. Die in den Talstationen gemessenen Niederschlagsmengen betragen hier nur 125 bis 150 mm jährlich.

### 2. Die horizontale Trocken-Zonierung von Süd nach Nord

Die Aridität des Klimas nimmt auch von Süden nach Norden zu. In den sogenannten Himalaya-Foothills (Randbergen), die nördlich Rawalpindi die riesige Fünfstromebene des Punjab begrenzen und die bei Murree bis auf fast 3000 m aufsteigen, beträgt die Niederschlagsmenge noch etwa 1000 mm jährlich. Je weiter nach Norden gegen den Zentralkarakorum, desto trockener wird jedoch das Klima. Im Gebiet der Gilgit-Agency findet man bereits typische Wüstentäler. Die großen Siedlungen liegen alle in künstlich bewässerten Taloasen und die kleineren an den Hängen mit sorgfältigst angelegten Terrassenfeldern. Das Wasser für die Bewässerung stammt von den Gletscherbächen der Seitentäler. Es wird in einem ausgeklügelten System von Kanälen auf die Felder geleitet, auf denen man Mais, Weizen, Gerste und Reis anbaut.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

### 3. Die vertikale Trocken-Zonierung von 1000 m bis 4000 m

In größeren Höhen nimmt die Trockenheit ab. Über dem wüstenhaften Talboden in 1000 m Höhe findet sich zwischen 2800 und 4000 m sogar ein dichter Feuchtwaldgürtel aus Koniferen und verschiedenen Laubbäumen, ähnlich unseren humid-temperierten Bergwäldern.

Im Karakorum sind besonders die letztgenannten Höhenstufen sowie die horizontale Trockenzonierung der Vegetation von Süd nach Nord deutlich ausgebildet. Dank dieser vielfältig ineinander verzahnten horizontalen und vertikalen Zonen verschiedenen Trockenheitsgrades ist es hier möglich, die relative Trockenresistenz und die Pioniereigenschaften verschiedener einheimischer Gehölzarten gleichsam an einem riesigen Experiment der Natur selbst zu studieren. Dies gibt dem Ökologen unter anderem die notwendigen Grundlagen zur Beurteilung der Frage, ob z. B. hier im Karakorum die Einführung neuer Gehölzarten aus anderen Trockengebieten der Erde notwendig ist.

Zu den geschilderten horizontalen und vertikalen Zonierungen kommen aber noch, wie stets in Trockengebieten, auch sehr große Unterschiede der Vegetation im Zusammenhang mit jeweiliger Hanglage bzw. Sonnenexposition des Standortes. Ebenso spielen innerhalb eines größeren Standortes die wechselnde Wasserspeicherfähigkeit des Bodens sowie die lokale Kleintopographie ökologisch eine große Rolle. An Stellen, wo sich abrinnendes Niederschlagswasser ansammelt, kann z. B. rein lokal die tatsächliche Niederschlagsmenge oft ein Mehrfaches der meteorologischen Angaben betragen, während es an sogenannten „run-off"-Stellen umgekehrt ist, was sich ebenfalls in der Vegetation sofort deutlich ausprägt.

Große ökologische Bedeutung hat weiter hier auch der Einfluß des Menschen und seiner Haustiere („biotic interference"). Als Durchzugsgebiet der uralten Karawanenroute von der indischen Ebene über den Babusar-Paß — Gilgit — Hunza-Tal nach China ist der westliche Karakorum schon verhältnismäßig lange und dicht besiedelt. Unter kritischen Umweltbedingungen verursachen aber bekanntlich menschliche Eingriffe sehr leicht irreversible Veränderungen der Vegetation, da sich diese in einer Kampfzone gegen die Trockenheit nicht von selbst wieder regenerieren kann. So sind hier durch Einfluß des Menschen besonders im Bereich der tiefer gelegenen Siedlungszonen bereits einschneidende Vegetationsveränderungen erfolgt, und es besteht die Gefahr, daß sich dieser Einfluß mit der derzeit sehr raschen Zunahme der Bevölkerung noch verschärft. Z. B. besteht infolge der niederen Wintertemperaturen ein starker Bedarf nach Brennmaterial, der in den ohnehin vegetationsarmen Trockentälern vielfach zur Ausrottung aller irgendwie brennbaren Kleinsträucher und Holzgewächse geführt hat. Dadurch wurde vielerorts schwere Rutscherosion in Gang gebracht. Der Himalaya hat sich ja bekanntlich erst im Tertiär aus einem schon einerodierten Gebiet neuerlich aufgefaltet, und die Flußtäler sind infolgedessen oft bis zu einige 100 m tief in altes Erosionsmaterial eingeschnitten, das besonders rutschgefährdet ist. Straßenbau ist im Karakorum geradezu ein Problem.

Es wäre jedoch ohne weiteres möglich, hier, ähnlich wie es in Iran und Afghanistan geschieht, durch marginale Anpflanzung schnellwüchsiger Holzarten an den Rändern der Taloasen dem Holzmangel abzuhelfen. Solche Holzarten benötigen nämlich, einmal etabliert, keine ständige Bewässerung mehr, sondern kommen mit dem Überschußwasser der Schneeschmelzsaison aus.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Weiter herrscht im Karakorum, wo der Raum für Feldbau aus topographischen Günden beschränkt ist, heute schon ein spürbarer Mangel an pflanzlichen Nahrungsmitteln. Hungerzeiten vor der Getreideernte sind nicht selten, und Beamte und Militär müssen durch Getreidetransporte per Flugzeug versorgt werden, da sie nicht mehr aus dem Land ernährt werden können. Man plant daher die künstliche Anlage neuer Taloasen, wozu aber das nötige Bewässerungswasser mühsam in langen Kanälen und Leitungen dorthin geführt werden muß, wo noch anbaufähiger Boden vorhanden ist. Abb. 1 zeigt einen neu angelegten Kanal, der von einer flacheren Stelle im Gilgit-Fluß abgezweigt wurde. Drei Monate später war alles wieder zerstört, da der Ausbruch eines Gletschersees im hinteren Hunza-Tal in einer riesigen Flutwelle sowohl Straße als auch Kanal einfach wegschwemmte.



Abb. 1. Bewässerungskanal bei Nomale am Beginn des Hunza-Tales.

Das Problem dabei ist vor allem, daß die meisten Bäche der Seitentäler bereits für Bewässerungszwecke genutzt sind, daß aber die größeren Ströme des Karakorum, Indus, Gilgit-Fluß und Hunza-Fluß, nur mit größten Schwierigkeiten für die Bewässerung nutzbar zu machen sind. Sie fließen durch die Wüstentäler in sehr tief eingegrabenen Betten und Schluchten, und ihre jahreszeitlichen Wasserstandsschwankungen sind so groß (10 m und mehr), daß sich an den Ufern nicht einmal eine Galerie-Vegetation entwickeln kann. Feste Brücken können z. B. nur dort gebaut werden, wo sich der Strom durch eine Felsenge zwängt (Rakhiot-Brücke!). Die anderen Übergänge bestehen z. T. aus halsbrecherischen Hängebrücken, z. T. aus nicht ungefährlichen Furten, und, so paradox es klingt, in diesen Wüstentälern sind schon sehr viele Menschen ertrunken.

Sehr mangelhaft ist auch die Protein-Versorgung der Bergbevölkerung. Steigerung der Viehzucht — insbesondere der Schafzucht — könnte Abhilfe schaffen. Man plant sogar die Einführung afghanischer Karakulschafe, was



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

vom tier-ökologischen Standpunkt ohne weiteres möglich wäre. Leider aber sind gerade in den Haupttälern infolge Überbeweidung (Dorfherden plus Karawanentragtiere) die nutzbaren Weidepflanzen vielfach ausgerottet. Dies trifft besonders für die ausgedehnte *Artemisia*-Steppenzone zu, die sich als nächste Vegetationsstufe an die Talwüste anschließt und die das Hauptweidegebiet einer zukünftigen intensiven Viehzucht wäre. Hier wurden die wertvollen Futtergräser zugunsten der Wermut-Stauden zurückgedrängt. Dies ist eine Vegetationsentwicklung, die sehr stark der Succession ähnelt, die man heute noch in den Pionierländern im Westen von Amerika (z. B. in Utah, wo das Land erst 100 Jahre besiedelt ist) laufend beobachten kann. Wenn erst einmal die konkurrenzfähigeren Gräser vernichtet sind, dann kann sich die vorher nur fallweise vorhandene *Artemisia* ausbreiten und Monobestände bilden. In den USA laufen jedoch mit Erfolg Versuche, diese Weiden wieder zu verbessern, und das Problem erscheint daher keineswegs hoffnungslos.

Neben Erweiterung vorhandener und Anlage neuer Oasen sind also Weideverbesserung und Anlage marginaler Gehölzpflanzungen um die Oasen zunächst die dringendsten Probleme, mit denen sich die angewandte Ökologie in den Talzonen des Karakorum zu befassen hat.

## II. Die Bedeutung der Hochlagenwälder des Karakorum für die Wasserwirtschaft in Pakistan

Während der obengenannten ökologischen Forschungsarbeiten im Karakorum wurden auch zwei Expeditionen in die Hochlagen unternommen, u. zw.

1. Im August 1959 in das Naltar-Tal, ein Seitental des bekannten Hunza-Tales, und
2. im Oktober 1959 in das Rakhiot-Tal nördlich des Nanga Parbat, bis über die Baumgrenze zum Hauptbasislager der seinerzeitigen Bergsteigerexpeditionen in 4000 m.

Das Hauptziel der beiden Expeditionen war der Feuchtwaldgürtel, der sich hier zwischen 2800 bis 3900 m befindet, und der sehr wichtig für die Regulierung des Abflusses der Niederschläge (Regen und Schnee) ist, die in diesen Höhen weitaus reichlicher fallen als in den Tälern. Bekanntlich gehört der Karakorum zum Haupteinzugsgebiet der zwei riesigen Ströme Indus und Jhelum, welche von lebenswichtiger Bedeutung für die Bewässerungswirtschaft im gesamten Lande sind. Westpakistan besteht ja zu zwei Dritteln aus Wüsten und Steppen. Das letzte Drittel, die große Fünfstromebene des Punjab — die mit 200 bis 300 mm Niederschlag ursprünglich größtenteils steppenartigen Charakter besaß — sowie die Randzonen des Indus bis zur Küste der Arabischen See, die sogenannte Indus-Oase, wird hingegen seit alters her durch ein System von Kanälen von den großen Strömen her künstlich bewässert. Da nach der Teilung des früheren Indien drei dieser Ströme nun durch indisches Gebiet fließen und dort durch neue Bewässerungsprojekte angezapft werden, sind Indus und Jhelum für Pakistan um so wichtiger geworden. Besonders vom Indus her sollen in Zukunft brach liegende Landreserven in den Trockengebieten Westpakistans durch große Bewässerungsprojekte nutzbar gemacht werden.

Die Mobilisierung dieser Landreserven ist für Pakistan eine absolute Notwendigkeit, da das bewässerte Fünfstromland bereits schwerst über-



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

völkert ist. Das tropisch grüne Ostpakistan auf der anderen Seite von Indien, im Delta des Ganges, kann keinerlei Entlastung der Landnot bringen, da dort die Bevölkerungszahl mit 320/km² bereits so dicht ist wie etwa im hochindustrialisierten Holland. Der einzige natürliche Grüngürtel Westpakistans, mit 1000 mm Niederschlag, befindet sich in den sogenannten Himalaya-Foothills, die noch im Einflußbereich der Sommermonsunregen von Osten her liegen. Die Übervölkerung dieser Zone (200 Menschen/km² in zum Teil steilstem Berggelände) hat dort bereits zu schwerster Entwaldung sowie als deren Folge zu einer Bodenerosion geführt, von deren Ausmaß man sich in Europa kaum eine Vorstellung machen kann.

In ihrem Einzugsgebiet im Karakorum ist nun die Wasserführung der beiden großen Ströme einerseits vom Schmelzwasser der Schneefelder und Gletscher abhängig, andererseits von den fallweisen Niederschlägen im Feuchtwaldgürtel der Hochlagen. Dazu kommen aber noch die sommerlichen Sturzregen in den Himalaya-Randgebieten, die dort infolge der fortgeschrittenen Waldvernichtung nicht mehr gespeichert werden können und in Torrenten in die Ströme abfließen. Diese führen aber gerade zu dieser Zeit infolge der Schneeschmelze ohnehin Hochwasser. Die Folge sind jährliche Überschwemmungskatastrophen im Punjab, besonders an jenen Stellen, wo die großen Ströme ineinander einmünden. Im Sommer 1959 wurden z. B. etwa 80 Dörfer schwer beschädigt oder zerstört! Eine weitere Folge ist der Anstieg des Grundwasserspiegels in den Bewässerungsgebieten des Fünfstromlandes und, daraus resultierend, die rapide Bodenversalzung des fruchtbaren Ackerlandes, die derzeit die größte Gefahr für die Landwirtschaft von Westpakistan ist.

Im Gegensatz zur Waldzerstörung in den Himalaya-Randbergen sind jedoch die Feuchtwälder im Zentralkarakorum meist noch einigermaßen intakt. Auch hier erfolgt aber durch immer raschere Bevölkerungszunahme eine immer intensivere lokale Nutzung. Seit Kriegsende kommt dazu in einigen Tälern durch Verbesserung der Transportwege auch eine verstärkte Gewinnung von Bauholz. Somit sind die letzten Waldgebiete im Einzugsgebiet der Ströme, wo noch Speicherung von Niederschlägen und Abflußregulation erfolgen kann, nun ebenfalls bedroht. Eine weitere Steigerung der Hochwassergefahr draußen in der Fünfstromebene muß aber unter allen Umständen vermieden werden.

Neben vergleichender Untersuchung der relativen Trockenresistenz wirtschaftlich wichtiger Gehölzarten verfolgten die beiden Expeditionen daher auch den Zweck, Untersuchungen über den Einfluß der Waldnutzung durch den Menschen einzuleiten. Die beiden Expeditionsgebiete waren für einen solchen Vergleich sehr gut geeignet, da die Wälder im Rakhiot-Tal wegen ihrer Unzugänglichkeit noch relativ unberührt sind, während sie im Naltar-Tal schon sehr lange der menschlichen Nutzung ausgesetzt waren.

## III. Vergleichende waldökologische Untersuchungen in zwei Tälern des Karakorum

### 1. Das Rakhiot-Tal

Dieses entlegene Bergtal, eigentlich nur bekannt durch die zahlreichen Expeditionen zur Ersteigung des Nanga Parbat, verläuft auf der Nordseite des Bergmassivs in Nord-Süd-Richtung zwischen diesem und dem Industal. Es ist vom Industal (1100 m) nur in einem 1500 m-Aufstieg über



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

einen steilen Felsgrat zugängig, der zu beiden Seiten in jähe, völlig unzugängliche Tobel der Gletscherbäche abbricht. Andere als rein lokale Holznutzung durch die Bewohner des einzigen kleinen Hochdorfes Tato in 2700 m ist hier völlig unmöglich.

TROLL hat 1939 die Vegetation des Nanga Parbat ausführlich beschrieben und kartographisch dargestellt. Ich konnte mich daher auf das Pionierverhalten der Gehölzarten an der Trockengrenze des Waldes beschränken. Bekanntlich ist das Nanga Parbat-Massiv der Himalaya-Hauptkette vorgelagert und damit den Klimaeinflüssen der zentralasiatischen Trockengebiete besonders stark ausgesetzt. Beim steilen Anstieg vom Industal zum seinerzeitigen Basislager an der Baumgrenze durchquert man rasch auf kleine Horizontaldistanz alle Vegetationszonen von Wüste bis zum Bergwald der humid-temperierten Höhenstufe. Man kann daher hier — unter sonst ähnlichen Bedingungen und vom Menschen noch relativ ungestört — die Zonierung der wirtschaftlich wichtigen Gehölzpflanzen entsprechend ihrer Trockenresistenz besonders gut studieren (vergl. Tab. 1).

Tab. 1. Pionierverhalten gegen Trockenheit von Gehölzarten in der vertikalen Trockensuccession des Rakhiot-Tales zwischen 1100 m (Industal, Rakhiotbrücke) und 4000 m (Basislager)

| Zone | Wirtschaftl. wichtige Gehölzarten | Bemerkung |
|---|---|---|
| Wüstensteppe | | |
| (1100–1900 m) | | |
| Vegetationsbedeckung 15–25 % | | |
| a) Schuttkegel und flache Schotterterrassen | keine (Capparis spinosa Salsola arbuscula) | |
| b) Felsen | Pistacia sp. | an lokalen Wasser-Sammelstellen ("Taschen" von Feinboden und Felsspalten) |
| | Olea cuspidata | |
| | Prunus sp. | |
| Wermutsteppe und Steppenwald | | Anbauzone der Dauersiedlung Tato (2700 m) (Weinbau u. bewässerte Terrassenfelder mit Mais) |
| (1900–2700 m) | | |
| Vegetationsbedeckung 50–75 % | Juniperus semiglobosa | auf steinigem Boden |
| | (Artemisia maritima) | |
| Coniferenwald der humid-temperierten Höhenlagen | | Sommerfeldsiedlung Tato (Terrassenfelder mit Gerste und Weizen, Schafweiden) |
| (2700–3800 m) | Pinus excelsa | dominierend |
| Vegetationsbedeckung 90–100 % | Picea morinda | fallweise innerhalb des geschlossenen Waldbestandes |
| | Abies Webbiana | in feuchteren Senken eingesprengt |
| | Sorbus aucuparia | |
| | Betula utilis | |
| Höhengrenze des Waldes | | |
| (3800–3900 m) | Betula utilis | in schattigeren Lagen und als Krummholz |



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

In sonnigen Trockenlagen durchdringt der Steppenwald mit den Charakterarten *Juniperus* und *Artemisia* den Feuchtwaldgürtel bis zur Baumgrenze. Ansonsten ist aber, ähnlich wie in den Polargegenden, der letzte Baumpionier auch im Himalaya die Birke (Abb. 2). Die Hochwälder der humidtemperierten Waldzone im Rakhiot-Tal sind, wie erwähnt, noch relativ

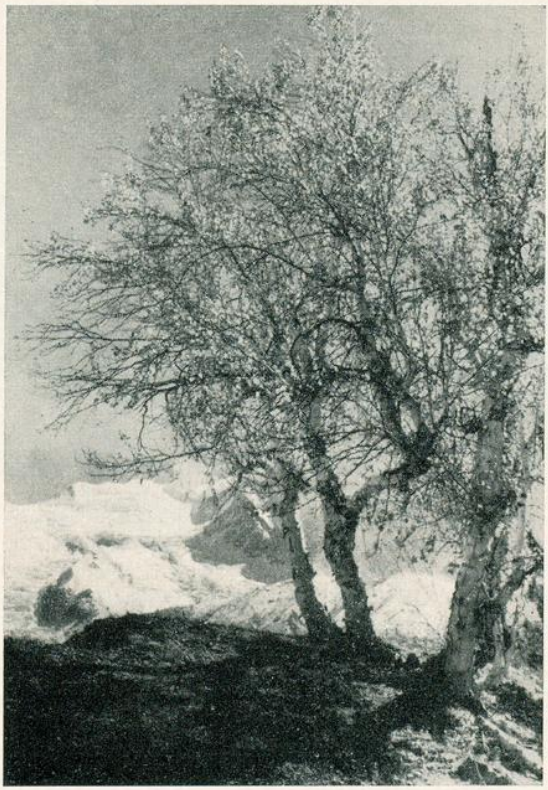


Abb. 2. *Betula utilis* an der Baumgrenze (Seitenmoräne des Rakhiot-Gletschers).

gut erhalten. Es wurden keine Krankheiten festgestellt und bei allen Baumarten konnte trotz der Waldweide durch Schafe reichlich Verjüngung beobachtet werden, bekanntlich stets ein Zeichen gesunder ökologischer Bedingungen. Feinere ökologische Unterschiede konnten sowohl aus der lokalen Verteilung der Koniferenarten als auch bei den Jungpflanzen herausgelesen werden. Abgesehen von *Juniperus*, der ja als ausgesprochene Trockenpionierart anzusehen ist, kommt z. B. *Pinus excelsa* auch am Rand des geschlossenen Waldbestandes sowie auch häufig außerhalb als Einzelbaum vor. *Picea morinda* findet sich hingegen praktisch nur im Schutz des geschlossenen Waldbestandes, ebenso *Abies Webbiana*, die ausgesprochen windgeschützte und feuchtere Stellen bevorzugt.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Sehr auffallend sind jedoch im Feuchtwaldgürtel des Nanga Parbat die vielen Brandstellen, die nach Angaben der Dörfler durch Blitzschläge entstanden sind (Abb. 3). Das exponierte Nanga Parbat-Massiv ist offenbar

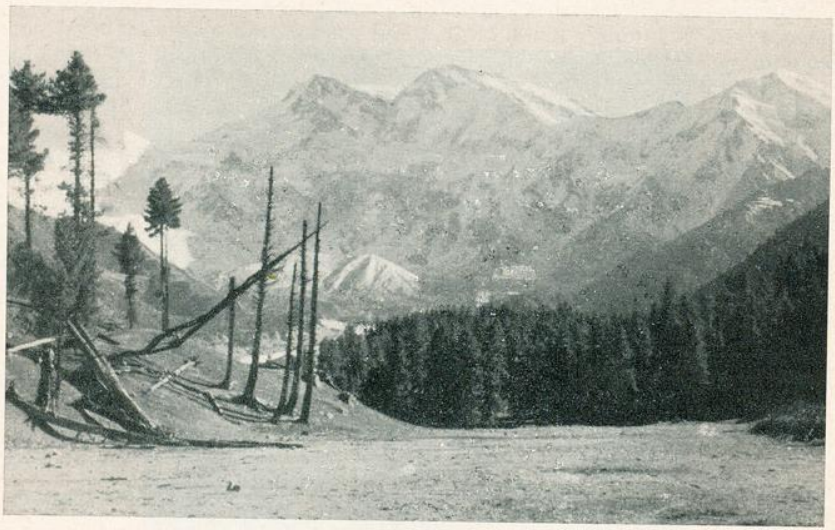


Abb. 3. Märchenwiese am Fuß des Nanga Parbat. Feuchtwaldgürtel mit *Picea morinda* und *Pinus excelsa*. Im Vordergrund Blitzbrand-Bäume.

nicht nur den trockenen Luftströmen aus Zentralasien, sondern auch Unwettern besonders stark ausgesetzt. Die plötzlichen, unerwarteten Wetterstürze, die so vielen Bergsteigern zum Verhängnis wurden, beruhen nach neueren Untersuchungen (PAFFEN, PILLEWIZER u. SCHNEIDER 1956) nur zum geringen Teil auf Einfluß des Sommermonsuns von Osten her, sondern sehr häufig auf dem Auskeilen westlicher Schlechtwetterfronten auch außerhalb der Monsunzeit. Wie wenig Einfluß hier der Sommermonsun hat, zeigt auch die Tatsache, daß Anfang Oktober die Gletscher bis hoch hinauf schneefrei waren; das blauschillernde Blankeis reicht fast bis zum Gipfel des 7070 m hohen Rakhiot-Peak. Die Bodenaustrocknung war so stark, daß man außerhalb des Waldes an vegetationsfreien Stellen im Oktober knöcheltief im Staub watete.

Gerade wegen dieser verhältnismäßig trockenen Sommermonate droht dem Wald aber auch hier Gefahr vom Menschen. Zwar scheint weder die geringe Brennholzentnahme für das Dorf noch die Schafweide im Wald Schaden anzurichten. Aber um Weideland zu gewinnen, wird der Wald in völlig unvernünftiger Weise gerodet. Anstatt der saftigen, nahrhaften Krautvegetation, die im Schutz des Hochwaldes auf dem dort gebildeten Humus gedeiht, entstehen dann magere Steppenwiesen von sehr geringem Futterwert. Es wurden bei den pakistanischen Behörden Maßnahmen angeregt, um diese unnütze Waldvernichtung zu verhindern.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

## 2. Das Naltar-Tal

Das Naltar-Tal zweigt bei der Oase Nomale vom Haupttal des Gilgitflusses ab. Die Hochlagenwälder in diesem verhältnismäßig leicht zugänglichen Seitental der alten Karawanenroute nach China, dem sog. „Hunza-Trail", unterliegen schon lange einer ziemlich intensiven Nutzung durch den Menschen. Die Besiedlung ist hier dichter als im Rakhiot-Tal, z. T. wohl auch deshalb, weil die Talhänge nicht so steil sind. Nach den geologischen Untersuchungen der Deutschen Karakorum-Expeditionen (PAFFEN, PILLEWIZER, SCHNEIDER 1954) liegt das Rakhiot-Tal noch in der Zone der massiven Gneise des Nanga-Parbat, während im Naltar-Tal — ähnlich wie im Hunza-Tal — auch leichter verwitternde Tonschiefer vorkommen. Im ersten Talboden befindet sich ein großes Dorf (Dauersiedlung) und über der Talstufe am Beginn des Feuchtwaldgürtels das zugehörige Hochdorf, das nur im Sommer bewohnt ist (Sommerfeldsiedlung). In derselben Höhenlage wurde auch ein Militärlager für das Hochgebirgstraining der Truppe eingerichtet.

Die Waldnutzung im Feuchtwaldgürtel wurde nach Kriegsende durch Anlage einer Jeep-„Straße" bis über das Hauptdorf noch intensiviert. Es wird nicht nur von Köhlern Holzkohle hergestellt, die im Basar von Gilgit teuer bezahlt wird, sondern neuerdings auch Bauholz gewonnen. Diese Bauholzgewinnung ist sogenannten „Contractors" überlassen, die das Holz am Rücken von Maultieren aus dem Hochtal bis zum Beginn der Jeepstraße bringen. Abgesehen davon, daß solcher Transport eine große Holzverschwendung bedingt, da nur zugehauene Bloche transportiert werden können, gehen diese Holzgewinnungs-Unternehmer auch sehr rücksichtslos mit dem Bestand um und werden zuwenig kontrolliert. Außerdem wird der Wald hier stark beweidet, und zwar zusätzlich zu den Schafherden des Dorfes auch noch von den Maultieren dieser Holzunternehmer sowie des Militärs. Wir haben also hier im Naltar-Tal einen der extremsten Fälle einer besonders im letzten Jahrzehnt intensivierten Waldnutzung im humid-temperierten Feuchtwaldgürtel vor uns.

Beim Anstieg von Nomale durchquert man — ebenso wie im Rakhiot-Tal — nach der Talwüste die Zone der *Artemisia*-Steppe und des offenen *Juniperus*-Steppenwaldes. Ebenso wie das Dorf Tato im Rakhiot-Tal, liegt auch hier die Dauersiedlung noch innerhalb der Steppenwaldzone. Auf den bewässerten Terrassenfeldern wird hauptsächlich Mais angebaut. Dazwischen gedeihen hier aber auch Weinreben sowie zahlreiche Aprikosenbäume, deren kleine Früchte getrocknet werden und im Winter eine wichtige Ergänzung der knappen Getreidenahrung bilden[1]). Das Hochdorf (Abb. 4) mit bewässerten Feldern von Weizen und Gerste befindet sich am Beginn des Feuchtwaldgürtels — ebenfalls wieder eine genaue Parallele zur Höhenanordnung der Siedlungen im Rakhiot-Tal.

Von der Zone des Feuchtwaldes an bietet jedoch das Naltar-Tal, das von NW nach SO streicht, ein ganz besonders interessantes Beispiel für den großen ökologischen Einfluß der jeweiligen Hangexposition nicht nur auf den Artenbestand des Waldes, sondern auch auf den Feldanbau. Während

[1]) Die Haupternährung der Bevölkerung besteht aus sogenannten „Tsapati", aus flachen Fladen von Weizen- oder Gerstenmehl. Die zu geringen Mehlvorräte werden häufig dadurch „gestreckt", daß man stattdessen aus getrockneten Aprikosen Mus bereitet und diesem sparsam etwas Mehl zusetzt. Die bekannte Aprikosennahrung der Hunzas ist also in erster Linie eine Notmaßnahme und nicht eine beabsichtigte Gesundheitskost!



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

auf der NO-exponierten Talseite der Feldanbau auf Gerste und Weizen beschränkt ist, können am warmen SW-Hang — natürlich ebenfalls mit Bewässerung — dazu noch Tabak und Kartoffel angebaut werden. Da in dieser günstigen Lage Anbaufläche natürlich kostbar ist, pflanzt man die Kartoffel auch auf den Dächern der Ställe. Das dürfte außerdem den Vorteil haben, daß die Reife der Kartoffel durch „Wärme von unten" beschleunigt wird, denn das Land ist hier in Höhen um 2900 m nur vier Monate im Jahr schneefrei.

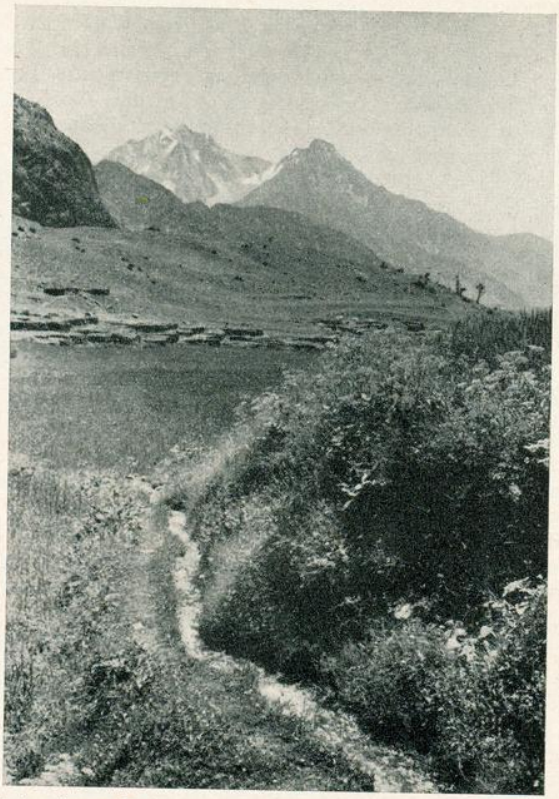


Abb. 4. Künstlich bewässerte Felder von Weizen und Gerste beim Sommerdorf, Naltar-Tal. Im Hintergrund *Artemisia*-Steppe mit *Juniperus semiglobosa*.

Tab. 2 zeigt die Gehölzformationen zwischen 2600 m und der Baumgrenze. Am SW-Hang fehlt im Naltar-Tal der Feuchtwaldgürtel, und der Steppenwald reicht ohne Unterbrechung bis zur Baumgrenze (Abb. 5), wo er direkt in die alpinen Matten übergeht. Während im Rakhiot-Tal, dessen Hänge reine W- bzw. O-Exposition aufweisen, *Betula utilis* an der Baumgrenze ziemlich gleichmäßig auf beiden Talseiten in schattigeren Lagen eingesprengt war, wird sie hier am trockenwarmen SW-Hang als Waldpionier von *Juniperus* abgelöst und kommt lediglich tiefer unten als Krummholz in den Lawinengassen vor. Dafür bildet sie aber am NO-Hang an der Baumgrenze durchgehend geschlossene Bestände.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Im Talboden finden sich häufig breite Bachfluren, die man fast schon als Auwälder bezeichnen könnte, und in denen ebenfalls eine gewisse Höhenzonierung festzustellen ist. In den höchstgelegenen Bachflurformationen dominiert *Betula utilis* mit eingesprengter *Sorbus aucuparia*; daran schließen nach unten hin Bestände von *Populus ciliata*, der Himalayapappel, unter-

Tab. 2. Ökologische Verteilung der Gehölzarten im Feuchtwaldgürtel des Naltartales

| NO-EXPOSITION | | SW-EXPOSITION |
|---|---|---|
| | dominierend: | |
| Pinus excelsa | | Juniperus semiglobosa |
| Picea morinda (nur im Schutz des geschlossenen Bestandes) | | (in Artemisia-Steppe) |
| | fallweise: | |
| nur an offenen sonnigen Stellen: | | |
| Cedrus deodara | | Cedrus deodara |
| Juniperus semiglobosa | | Pinus excelsa (nur an schattigeren geschützten Stellen) |
| Juniperus communis (vereinzelt, in höheren Lagen) | | - |
| Rosa Webbiana | | - |
| Berberis vulgaris | | Berberis vulgaris |
| Ribes grossularia | | - |
| | an der Baumgrenze dominierend: | |
| Betula utilis (größere zusammenhängende Bestände) | | Juniperus semiglobosa |
| | fallweise: | |
| Juniperus communis (nur an trockenen Stellen) | | Juniperis communis |

Bachfluren und Bachschotterkegel im Talgrund

tiefere Lagen:

Hippophaë rhamnoides

mittlere Höhenlagen

Populus ciliata

Salix sp. (oxyocarpa ?)

Höhenlagen:

Betula utilis (dominierend)

Sorbus aucuparia (eingesprengt)

Lawinengassen bis hinunter auf 2700 m:

Krummholz von Betula utilis



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

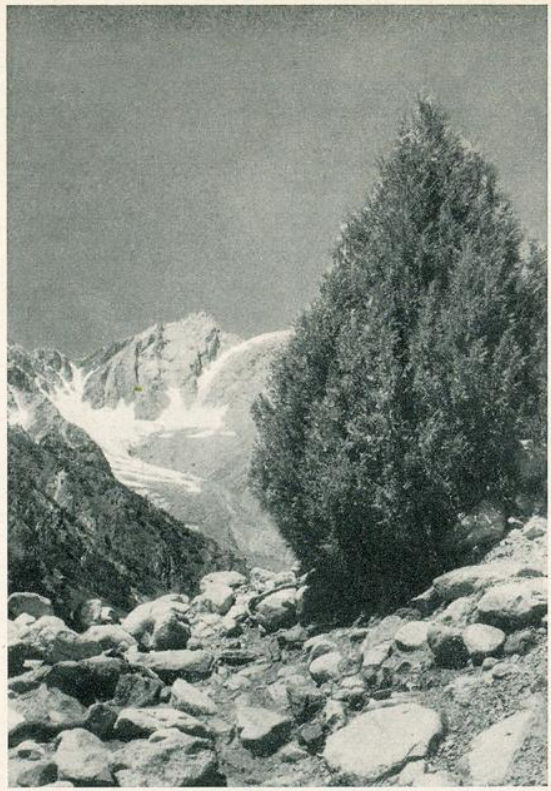


Abb. 5. *Juniperus semiglobosa* an der Baumgrenze im Naltar-Tal.

mischt an feuchteren Stellen mit *Salix* sp. (Abb. 6). In der Höhenlage der Sommerfeldsiedlung hingegen dominiert auf den Bachschottern der Sanddorn, dessen Vitaminreichtum jedoch hier völlig unbekannt ist. Sowohl *Populus* als auch *Betula* zeigten nicht nur sehr gutes Wachstum, sondern auch reichlichen Jungwuchs, sofern sie vor den Tieren einigermaßen geschützt sind. Das Birkenholz ist ein beliebtes Baumaterial in den Dörfern, die Borke dient als Dachdeckmaterial oder — im Basar — als Schreib„papier".

Auf dem NO-Hang des Naltar-Tales ist hingegen der Feuchtwaldgürtel voll ausgebildet. Die Hauptarten sind, ebenso wie im Rakhiot-Tal, *Pinus excelsa* und *Picea morinda*, letztere allerdings auch hier vorwiegend innerhalb des Bestandes. *Picea* ist offenbar empfindlich gegen die hier sehr ausgeprägte „Luftdürre"[2]). Wo sie an windexponierten Stellen vorkommt, ist sie von einer nicht genau identifizierten Krankheit befallen *(Elytodomea deformans* [WEIR]*?)*,

[2]) Wie enorm trocken die Luft hier sogar während der „Monsunzeit" ist, zeigt die Tatsache, daß die Herrenpilze, die in diesem Wald sehr zahlreich vorkommen und die normalerweise leicht faulen, sozusagen „naturgetrocknet", bereit zu nützlicher Verwendung, zu finden waren. Vielleicht hat mein Beispiel Schule gemacht und die Dörfler, die vor der Ernte regelmäßig hungern, werden diese Pilze in Hinkunft als Zusatznahrung verwenden.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

die Abfallen der Nadeln und typisches, sparrig-kralliges Einkrümmen der Astenden verursacht — ganz offensichtlich eine ökologisch bedingte Anfälligkeit.

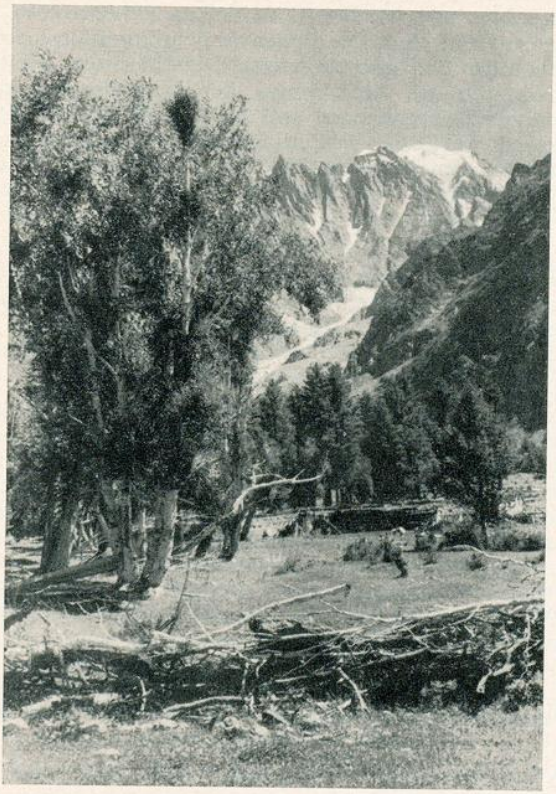


Abb. 6. Bachflurformation der mittleren Höhenzone im Naltar-Tal mit *Populus ciliata*.

Im Gegensatz zum Rakhiot-Tal kommt im Naltar-Tal jedoch auch fallweise *Cedrus deodara* vor, die herrliche Himalayazeder. *Cedrus deodara* ist eine relativ wärmebedürftige Baumart, viel mehr als z. B. *Cedrus atlanticus*, die Atlaszeder. Sie kommt hier sogar noch gelegentlich in der *Artemisia-Juniperus*-Formation am SW-Hang vor. Am kühleren NO-Hang ist sie hingegen — dann aber dominierend — fast ausschließlich auf sonnige Stellen mit lokaler Süd- oder SW-Exposition beschränkt. Die Zeder ist es vor allem, die derzeit so eifrig geschlägert wird — natürlich ohne jede Wiederaufforstung!

Auch um die natürliche Verjüngung der beiden Hauptarten *Pinus excelsa* und *Picea morinda* steht es hier im Naltar-Tal infolge der menschlichen Eingriffe schlecht. Vor allem die sehr intensive Waldweide führt zu Verdichtung und Strukturverschlechterung des Bodens, da auch die schwereren Maultiere im Wald grasen.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Nun ist aber in Pakistan die natürliche Verjüngung schon in den regenreicheren Randgebieten des Himalaya ein gewisses Problem. Die Samen keimen dort schon im September aus, und zahlreiche Keimlinge gehen dann während der langen Frühjahrstrockenheit noch vor dem Sommermonsunregen zugrunde. Um so kritischer ist es hier im Karakorum, wo auch die Sommermonate trocken sind. Die Bodenverdichtung infolge der Beweidung, die natürlich auch den Bodenwasserhaushalt verschlechtert, genügt offensichtlich hier bereits, um das Aufkommen der Jungpflanzen zu verhindern. Tatsächlich konnten im begangenen und beweideten Gebiet nirgends Jungpflanzen festgestellt werden — sehr im Gegensatz zum wenig genutzten Wald um die Märchenwiese im Rakhiot-Tal. An etwas weniger gestörten Standorten gab es Jungpflanzen von Coniferen praktisch nur im Schutz anderer Vegetation ("nurse plant effect"), ebenfalls ein Zeichen, wie kritisch die Bedingungen für die Naturverjüngung des Hochlagenwaldes hier sind.

Bei der Zeder, die ja trockenresistenter ist, scheinen bezüglich der Naturverjüngung andere Schwierigkeiten zu bestehen. Diese Art befindet sich hier im Hochlagenwald des Naltar-Tales offenbar schon an ihrer Temperaturgrenze; wie Versuche in einer NO-exponierten Baumschule zeigten, gehen die Keimlinge bei zu langer Schneebedeckung zugrunde.

Angesichts dieser ökologischen Schwierigkeiten in der Bestandesverjüngung, die derzeit in den Wäldern des Feuchtwaldgürtels bei zu starker Nutzung (Waldweide plus Holzentnahme) auftreten, kann mit einer natürlichen Regeneration der genutzten Bestände kaum gerechnet werden. Die derzeitig vorhandenen Wälder sind ja das Ergebnis von Jahrhunderten, in denen sicher immer wieder einmal günstige ökologische Umstände einen Nachwuchs ermöglichten. Jede Störung des ökologischen Gleichgewichtes aber stoppt sofort die Bestanderneuerung ab. Ohne geplante Wiederaufforstung zugleich mit strikter Weidesperre ist die Nutzung, wie sie derzeit im Naltar-Tal erfolgt, gleichbedeutend mit Waldvernichtung.

## IV. Die relative Trockenresistenz wirtschaftlich wichtiger Baumarten im Karakorum

Bezüglich des Pionierverhaltens gegen Trockenheit ergibt sich aus der ökologischen Zonierung an beiden untersuchten Standorten die in Tab. 3 dargestellte Reihung der Baumarten.

Dieselbe Reihung der relativen Trockenresistenz der verschiedenen Baumarten findet man — natürlich mit Einschaltung zusätzlicher Arten — auch in anderen höhergelegenen Gebieten von Pakistan bestätigt, so z. B. in den Himalaya-Foothills, im Bergland an der Nordwestgrenze um den Kyber-Paß und im Hochland von Beluchistan. In den Hochlagen von Beluchistan reicht allerdings die Zonierung nur bis *Juniperus*, der dort zwischen 2600 und 3000 m geschlossene Waldformationen bildet (Repp 1964).

## V. Zusammenfassung

Im Sommer und Herbst 1959 führte die Verfasserin im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten in den Trockengebieten von Pakistan auch angewandtökologische Untersuchungen im westlichen Himalaya im Gebiet des Karakorum durch.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 3.

| Relative Trockenresistenz | Pflanzenart | Wärmebedarf bezw. Temperaturresistenz hoch | niedrig | Bemerkung |
|---|---|---|---|---|
| Trocken | Pistacea sp. | + | – | |
| | Olea cuspidata | + | – | vorzugsweise an Wasserakkumulationsstellen |
| | Juniperus semiglobosa | + | + | Keimlinge sehr langsam wachsend, empfindl. gegen Viehtritt |
| | (Pinus Gerardiana) | + | + | |
| | Cedrus deodara | + | – | Keimlinge empfindl. gegen lange Schneebedeckung |
| abnehmend | Pinus excelsa | – | + | |
| | Picea morinda | – | + | empfindl. gegen Luftdürre |
| | Populus ciliata | – | + | |
| | Abies Webbiana | – | + | empfindl. gegen Luftdürre und Bodendürre |
| | Sorbus aucuparia | – | + | |
| | Betula utilis | – | + | sehr resistent gegen Schneebedeckung |
| | Salix oxyocarpa | – | + | ausschließlich an Grundwasserstandorten |
| Feucht | Salix Wallichiana | – | + | |

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die allgemeinen ökologischen und — soweit damit zusammenhängend — auch die wirtschaftlichen Verhältnisse im Karakorum sowie die Bedeutung der Hochlagenwälder für die Wasserwirtschaft von ganz Pakistan beschrieben. An zwei ökologisch unterschiedlichen Standorten wurde das Pionierverhalten gegen Trockenheit von wirtschaftlich wichtigen Baumarten untersucht sowie die ökologischen Auswirkungen verschieden intensiver Waldnutzung in der Zone des Feuchtwaldgürtels zwischen 2700 und 4000 m verglichen. Standort I war das Rakhiot-Tal am Fuße des Nanga-Parbat, wo die Hochlagenwälder noch relativ unberührt sind, Standort II das Naltar-Tal, am Beginn des Hunza-Tales, wo die Wälder schon seit langem und neuerdings besonders intensiv genutzt werden.

Die Feuchtwälder des Rakhiot-Tales zeigen gesunde Bestände mit reichlicher natürlicher Verjüngung; sie sind nur durch zwecklose Rodungen gefährdet, was aber leicht zu verhindern ist. In den Hochlagenwäldern im Naltar-Tal hingegen führt die derzeitige verstärkte Nutzung (Schlägerungen plus intensive Waldweide auch von Großtieren) letzten Endes zur Ausrottung des Waldes, da im Trockenklima des Karakorum bereits geringe Eingriffe genügen, um die natürliche Verjüngung der Bestände zu hemmen. Da Aufforstungen nicht erfolgen, sind an solchen Stellen die wasserwirtschaftlich so wichtigen Hochlagenwälder extrem gefährdet.

An den SW- bzw. NO-exponierten Hängen des Naltar-Tales wurde der Einfluß der Hangexposition auf Artenzusammensetzung und ökologisches Verhalten der Hochlagenwälder vergleichend untersucht. Die Standortsexposition ist im Karakorum, der den Klimaeinflüssen der Trockengebiete von Zentralasien ausgesetzt ist, ökologisch besonders entscheidend. Weiter wurden auch die Auwälder im Talgrund untersucht, wobei deutliche Höhenzonierungen festgestellt wurden.



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Abschließend wurde auf Grund der Beobachtungen über das Pionierverhalten in den vertikal übereinandergestaffelten Zonen verschiedener Aridität von der Talwüste bis zur Baumgrenze auf 4000 m eine Liste der relativen ökologischen Trockenresistenz der untersuchten wirtschaftlich wichtigen Baumarten aufgestellt.

## Literatur


Hooker, J. D., u. Thomson, Th.: Flora Indica. — London 1855.

Paffen, K. H., Pillewizer, W. u. Schneider, H. J.: Forschungen in Hunza-Karakorum. — Erdkunde, Arch. f. wiss. Geogr. **10** (1) (1956).

Repp, G.: Vegetationsökologische Untersuchungen in Beluchistan. I. (In Vorbereitung.)

Roęmer, W. u. Rosenstiel, K.: Die landwirtschaftlichen Sammelarbeiten der Expedition und ihre Ergebnisse. — Ber. dtsch. Hindukuschexpedition 1935. Berlin 1937, p. 55.

Scheibe, A.: Die Landbauverhältnisse in Nuristan. — Ibid., p. 98.

Schneider, H. J.: Form and Structure of the NW Karakoram. — Photogr. u. Forsch. **7** (1956), p. 80.

Schweinfurth, U.: Über klimatische Trockentäler im Himalaya. — Erdkunde, Arch. f. wiss. Geogr. **10** (4): 297 (1956).

— — Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. — Bonner geogr. Abh. **20.** Bonn 1957.

Troll, C.: Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. — Wiss. Veröff. dtsch. Mus. Landesk., N. F. **7:** 151. Leipzig 1939.



Manuskript eingeg. am 18. 3. 1963.



Anschrift der Verfasserin: Univ.-Prof. Dr. Gertraud Repp, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien, Wien I, Luegerring 1. (Privat: Wien XII, Rosasgasse 21.)





Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: NF_10

Autor(en)/Author(s): Repp Gertraud

Artikel/Article: Waldökologische Studien im westlichen Himalaya - aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien 207-222