

DIE VERBREITUNG DER VEGETATION IM KAGHAN-TAL  
(WESTHIMALAYA, PAKISTAN)  
UND IHRE KARTOGRAPHISCHE DARSTELLUNG IM MASSSTAB 1:150 000

Mit 9 Abbildungen, 6 Photos, 1 Tabelle und 1 Beilage (III)

UDO SCHICKHOFF

*Summary:* The distribution of vegetation in the Kaghan Valley (Western Himalaya, Pakistan) and its cartographic representation at a scale of 1:150.000

Since the vegetation map of the Himalayas by SCHWEINFURTH was published in 1957 there has been hardly any progress regarding the cartographic representation of the vegetation patterns, especially in the Western Himalayas. In this region the vegetation map of Kaghan is only the second map on a larger scale after the vegetation map of Nanga Parbat by TROLL, which was already published in 1939.

The Kaghan map was surveyed within the framework of geocological studies emphasizing vegetation ecology. The vegetation units were differentiated on the basis of a floristic-sociological typification of the plant communities, which was carried out according to the Braun-Blanquet approach for the first time on the southern declivity of the West Himalayan Range. Some flanks and side valleys, which could not be inspected due to the vastness of the area, were left as white patches.

The Kaghan Valley is marked by a distinct three-dimensional change of climate, soils and vegetation. The climate is the main factor for the differentiation of the natural vegetation. It shows a transitional character encompassing two different precipitation regimes. In the humid Lower Kaghan the influence of the tropical summer monsoon is predominant. *Pinus roxburghii*- and *Acacia-Olea*-forests, adapted to the monsoon regime, form the natural vegetation cover in the lower montane belt, giving way to mediterranean *Quercus baloot*- and *Cedrus deodara*-forests above Paras. In the rain shadow of the outer mountain chains the monsoonal rains are enormously decreasing towards the upper valley whereas the winter/spring precipitation is steadily increasing. Moist-temperate coniferous forests (*Abies pindrow*-, *Pinus wallichiana*-, *Cedrus deodara*-forests) are prevailing on all aspects above Mahandri. They are covering as well the upper montane and subalpine belt in the lower and middle section of the valley. In the upper subalpine belt *Betula utilis*-forests are forming the upper treeline turning into *Salix*-krummholz. On south-facing slopes they are replaced by *Pinus wallichiana*-stands and *Juniperus squamata*-heaths. The vegetation cover of the alpine belt consists mainly of *Cyperaceae*-mats (different *Kobresia*-communities) and dwarf scrub heaths of *Juniperus squamata* (sunny slopes) and *Rhododendron anthopogon* (shady slopes). In Upper Kaghan (Battakundi Area), where an average two-monthly arid period occurs, the sunny slopes are covered by xeric *Artemisia maritima*-steppes interspersed with tree clumps of *Juniperus macrospoda*.

In the course of evolution of the cultural landscape half of the potential forest areas have been converted to farm- and rangeland. It is due to the Forest Department, established in 1864, that large forest areas are being protected from further degradation and depletion.

### 1 Vorbemerkung

Die Vegetationsverbreitung im Gebirgssystem des Himalaya ist nach wie vor durch kartographische Darstellungen schlecht dokumentiert. Daran hat sich seit der Vegetationskarte von SCHWEINFURTH (1957) im Maßstab 1:2 Mio., die den damaligen Kenntnisstand zur Vegetationsverbreitung im gesamten Gebirgsbogen zusammenfaßte und durch ihre weißen Felder zur weiteren Forschung aufforderte, wenig geändert (vgl. SCHWEINFURTH 1981, 1992, 1993). Aufgrund der räumlichen Konzentration der Forschung auf den Nepal-Himalaya wurden lediglich dort nennenswerte Fortschritte erzielt. Sie kommen in den Vegetationskarten von DOBREMEZ et al. (1974–1985) und MIEHE (1982, 1989, 1991a) zum Ausdruck.

Im Westhimalaya blieb dagegen die „Vegetationskarte der Nanga Parbat-Gruppe“ im Maßstab 1:50 000 von TROLL (1939) die bislang einzige Darstellung größeren Maßstabes. Mit der „Vegetationskarte des Kaghan“ (entworfen im Maßstab 1:63 360, publiziert im Maßstab 1:150 000) liegt nun eine weitere detaillierte großformatige Karte vor. Sie bildet in geringer Entfernung den südwestlichen Anschluß an die Nanga Parbat-Karte. Durch eine ähnliche Farbgebung wird ein hohes Maß an Vergleichbarkeit mit jener Karte angestrebt.

Die Kaghan-Karte gibt die Vegetationsverhältnisse eines der großen Nord-Süd-verlaufenden Täler des Westhimalaya wieder, das im Rahmen landschaftsökologischer Studien systematisch vegetationskundlich untersucht wurde (SCHICKHOFF 1993 a). Das Kaghan-Tal im engeren Sinne, d. h. der Talbereich, in dem Hochgebirgsrelief vorherrscht, erstreckt sich vom Babusar-Paß (4175 m NN, Himalaya-Hauptkette) im Norden bis zur Ortschaft

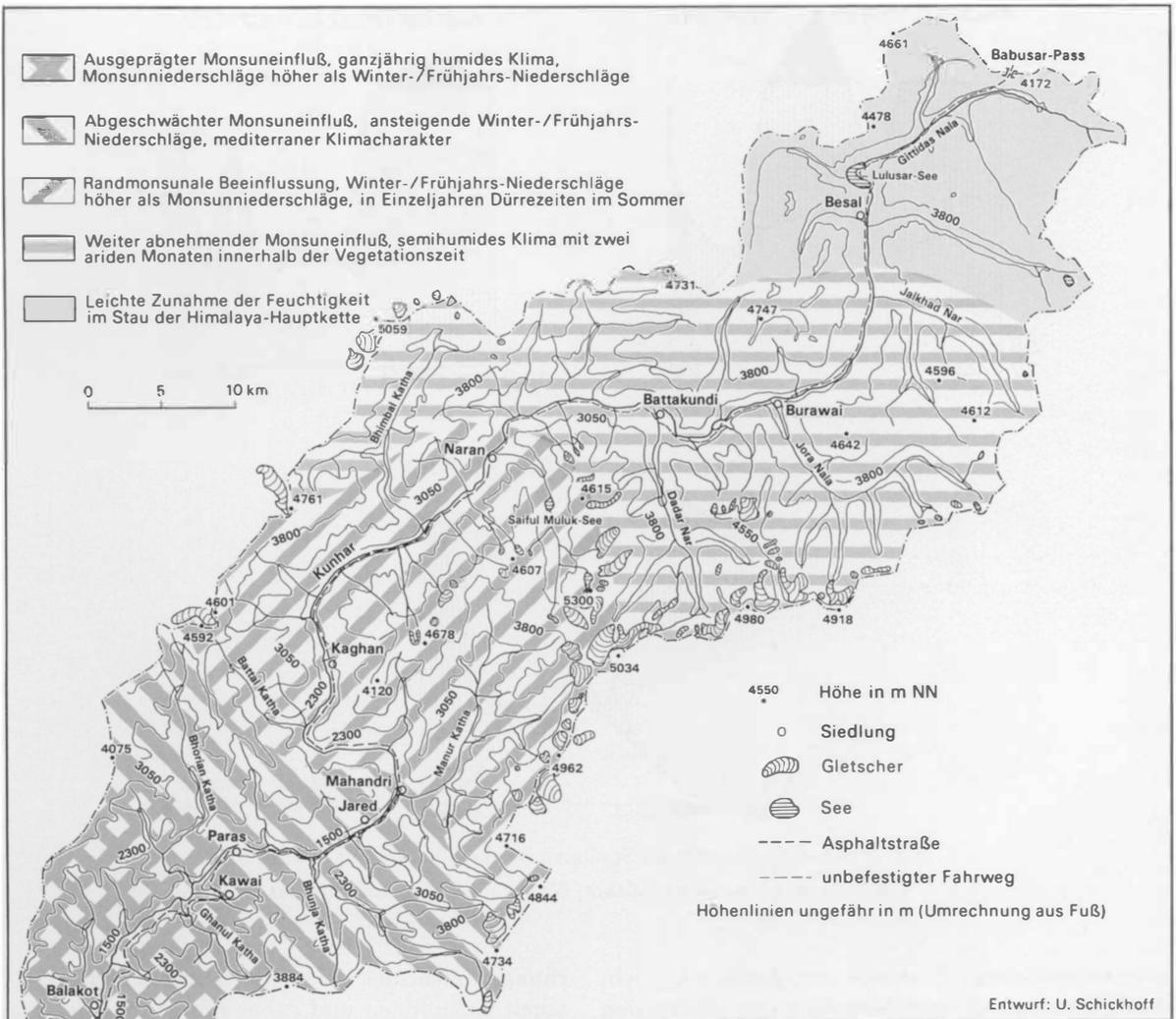


Abb. 1: Klimaökologische Raumgliederung des Kaghan  
Climatic-ecological zonation of Kaghan

Balakot (991 m NN) im Süden über eine Länge von ca. 100 km. Es wird vom Kunhar-Fluß entwässert, der südlich Muzaffarabad in den Jhelum mündet (vgl. Beilage III). Das Kaghan-Tal ist bisher vegetationsgeographisch und ökologisch kaum bearbeitet worden und wissenschaftlich nahezu unbekannt geblieben. Kurze Übersichten der Vegetationstypen geben CHAUDHRI (1960) und MASRUR a. KHAN (1973). Vereinzelt Angaben zur Vegetation machen TROUP (1921), PAFFEN (in PAFFEN, PILLEWIZER u. SCHNEIDER 1956), SCHWEINFURTH (1957) und CHAMPION, SETH a. KHATTAK (1965).

Der Entwurf der Kaghan-Karte basiert auf Vegetationsaufnahmen, Geländeskizzen und einer umfangreichen Photodokumentation, die zahlreiche, von

hochgelegenen Aussichtspunkten aus aufgenommene Panoramaphotographien enthält. Da die Benutzung von Karten im Gelände und somit die direkte Kartierung aufgrund bestimmter Auflagen der pakistanischen Behörden nicht möglich war, wurden die Verbreitungsgrenzen der Vegetationseinheiten von projizierten Dias in die One-Inch-Grundkarten (1:63 360) des Survey of India (1912-45) eingetragen und zur Veröffentlichung in den Maßstab 1:150 000 umgezeichnet. Die Flächengröße des Arbeitsgebietes (2250 km<sup>2</sup>) und die z. T. schwierigen logistischen Verhältnisse ließen es mit vertretbarem Aufwand nicht zu, sämtliche Flanken und Seitentäler einzusehen bzw. zu begehen. Diese Bereiche wurden als weiße Felder ausgewiesen und, der Grundforderung der

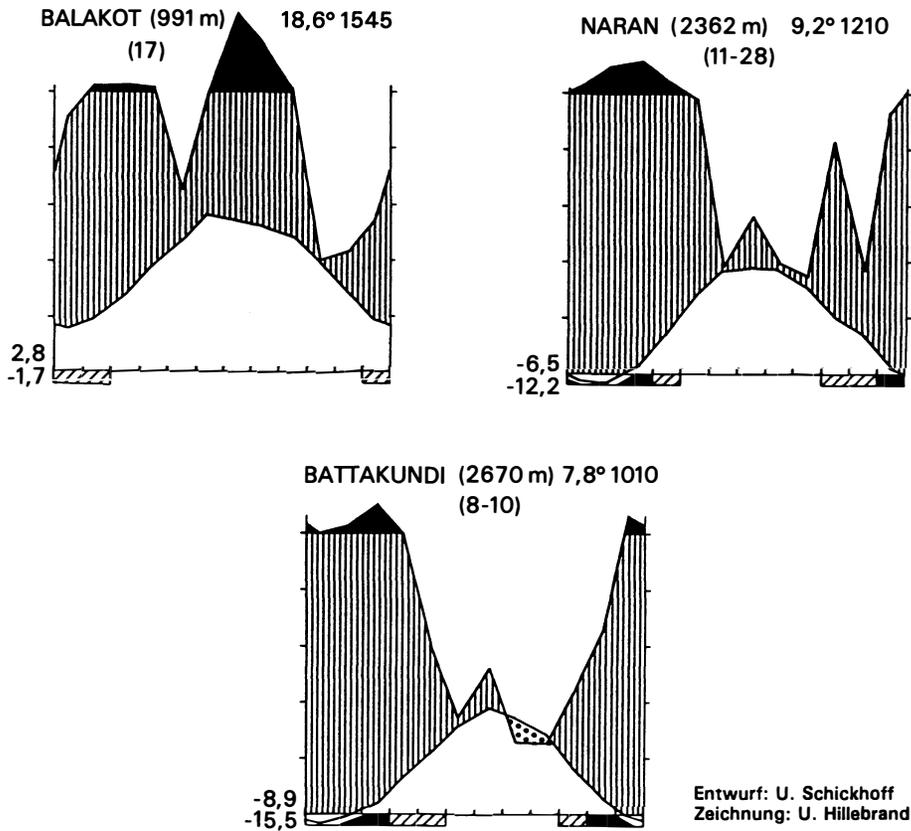


Abb. 2: Klimadiagramme der Stationen Balakot, Naran und Battakundi  
Climatic diagrams of the Balakot, Naran and Battakundi stations

wissenschaftlichen Exaktheit entsprechend, nicht durch Analogieschlüsse ausgefüllt (zur Diskussion vgl. SCHWEINFURTH 1958).

Die synthetische und syntaxonomische Bearbeitung der Pflanzengesellschaften wurde erstmals auf der unter ausgeprägtem Monsuneinfluß stehenden Südabdachung des Westhimalaya nach den pflanzensoziologischen Methoden der Zürich-Montpellier-Schule (BRAUN-BLANQUET 1964, MUELLER-DOMBOIS a. ELLENBERG 1974) vorgenommen. Die floristisch-soziologische Typisierung der Gesellschaften bildet die Grundlage für die Abgrenzung der Vegetationseinheiten in der Karte. Beim Entwurf der Karte konnten die Verbreitungsgrenzen der verschiedenen *Kobresia*-Gesellschaften (*K. capillifolia*-Ges., *K. nitens*-Ges., *K. deasyi*-Ges.) in der alpinen Stufe nicht eindeutig definiert werden. Sie werden daher mit einer einheitlichen Flächensignatur zu Cyperaceen-Rasen zusammengefaßt. Sie gehen mit zunehmender Höhe in subnivale Schuttfluren über. Mischbestände aus *Abies pindrow* und *Pinus wallichiana* im oberen Kaghan sind ohne weitere pflanzensoziologische Untersu-

chungen nicht der einen oder anderen Waldgesellschaft zuzuordnen und daher mit gesonderter Flächensignatur versehen. Bei weit fortgeschrittener Auflichtung von Waldbeständen wurde die Flächensignatur durch Einzelsignaturen ersetzt. Auf eine Differenzierung des Acker- und Weidelandes in verschiedene Ersatz- bzw. Bodennutzungsgesellschaften wurde im Hinblick auf die Übersichtlichkeit der Darstellung verzichtet. Sie hätte die Wald-Kulturland-Verteilung als Ausdruck des Landschaftswandels nicht in dieser Deutlichkeit in Erscheinung treten lassen.

## 2 Landschaftsökologische Differenzierung und Vegetationsverbreitung

Wie die anderen langgestreckten Täler der Westhimalaya-Südabdachung wird das Kaghan-Tal in seinem Längsprofil von einem ausgeprägten Wandel von Klima, Böden und Vegetation gekennzeichnet. Aus der Lage des Kaghan in einem Übergangs-

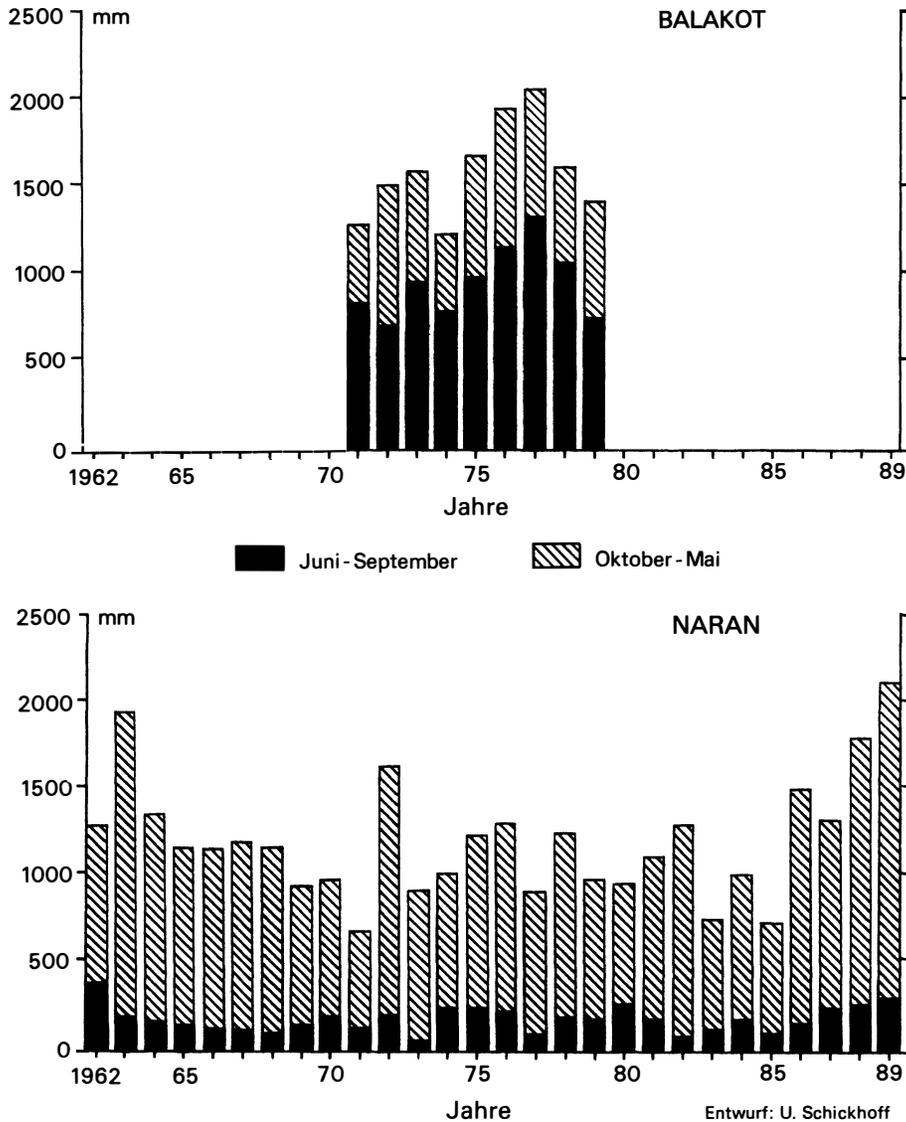


Abb. 3: Jahressummen der Niederschläge im unteren Kaghan (Balakot, 991 m NN) und im oberen Kaghan (Naran, 2362 m NN) mit Anteil der monsunezeitlichen Niederschläge

Annual sums of precipitation in Lower Kaghan (Balakot, 991 m a. s. l.) and Upper Kaghan (Naran, 2362 m a. s. l.) with the share of monsoonal precipitation

gebiet, in dem sich das winterlich-zyklonal-außer-tropische und das sommerlich-monsunal-randtropische Niederschlagsregime überlagern (vgl. FLOHN 1969, REIMERS 1992), ergeben sich die Rahmenbedingungen für Klima und Witterung. Der monsonale Einfluß mit hohen Sommerniederschlägen geht in den inneren Talräumen sehr stark zurück, während die aus westlichen Störungen hervorgehenden Winter-/Frühjahrsniederschläge ansteigen. Sie sorgen für eine im Vergleich zum zentralen Himalaya sehr viel

mächtigere Winterschneedecke (vgl. HAFNER 1979, 9). Die abschirmende Wirkung der Gebirgsketten gegenüber den aus südlichen Richtungen heranströmenden feuchten monsonalen Luftmassen führt zu einer zunehmenden Kontinentalisierung des Klimas im oberen Kaghan. Da die Vegetationsverbreitung primär durch das Klima geprägt wird und die Bodenentwicklung wiederum maßgeblich durch das Klima, den Wasserhaushalt und die Vegetation beeinflusst wird, ergibt sich aus der Differenzierung

des Kaghan in fünf verschiedene, klima- und vegetationsökologisch einheitliche Talräume im Tallängsprofil zugleich eine landschaftsökologische Raumgliederung (Abb. 1).

### 2.1 Der ausgeprägte Monsuneinfluß im Talraum Balakot – Paras

Das Klima im unteren Talraum zwischen Balakot (991 m NN) und Paras (1320 m NN) wird deutlich monsunale beeinflusst. Die Station Balakot (Abb. 2) weist bei ganzjähriger Humidität eine mittlere jährliche Niederschlagsmenge von 1545 mm auf. Neben einem monsunzeitlichen Niederschlagsmaximum (56% der Jahressumme) tritt ein sekundäres Maximum durch Winter/Frühjahrsniederschläge (30% der Jahressumme) auf. Die Jahressumme hängt entscheidend von der Höhe der monsunzeitlichen Niederschläge ab (vgl. Abb. 3). Die jahreszeitlich alternierende Vorherrschaft der verschiedenen Niederschlagsregimes wirkt sich günstig auf den Jahresgang des Bodenwasserhaushaltes aus. Der Wassergehalt des Bodens geht lediglich vor Beginn und nach Ende des Monsuns deutlich zurück, wenn bei hohem Wasserbedarf der Vegetation und hoher potentieller Evaporation in einzelnen Jahren kurzfristig aride Phasen auftreten. Die Mitteltemperaturen in Balakot sinken im Jahresgang nicht unter die 5°C-Grenze ab (Abb. 4). Ganzjährige Vegetationszeit und ganzjährige Humidität ermöglichen in den Tallagen des unteren Kaghan unbewässertes „double cropping“.

Subtropische Koniferen- und Hartlaubwaldgesellschaften (*Pinus roxburghii*-Ges., *Acacia modesta-Olea cuspidata*-Ges.) bilden weithin die potentielle natürliche Vegetation der unteren montanen Stufe dieses Talraumes. Sie sind im Zuge der Kulturländerweiterung bis auf wenige zusammenhängende Restbestände zurückgedrängt worden (vgl. Beilage III). Die *Pinus-roxburghii*-Gesellschaften, die aufgrund der anthropogenen Beeinflussung meist als sekundäre regressive Sukzessionsstadien auftreten, besiedeln potentiell alle Expositionen bis ca. 1900 m NN, wo sie in *Pinus wallichiana*-Gesellschaften übergehen. Auf trocken-heißen, südexponierten Unterhängen werden sie von *Acacia modesta-Olea cuspidata*-Gesellschaften abgelöst. Der monsunale geprägte Klimacharakter trägt wesentlich zur Konkurrenzfähigkeit der *Pinus roxburghii*-Wälder in diesem Talraum bei. Oberhalb Paras tritt die langnadelige Kiefer nämlich unter abgeschwächtem Monsuneinfluß nur noch in kleinen Gruppen oder Einzelexemplaren auf. Die Böden spielen dagegen als Standortfaktor kaum eine Rolle. Die *Pinus roxburghii*-Wälder stocken sowohl auf flachgrün-

digen, skelettreichen, nährstoff- und basenarmen Ranker-Braunerden als auch auf mesotrophen Braunerden, die sich aus den tertiären Molassesedimenten zwischen Balakot und Paras entwickelt haben. Ihr ökologisches Optimum liegt jedoch auf tiefgründigen, feuchteren Böden (vgl. TROUP 1921, 1039, AHMED 1936, 57). Aufgrund ihrer extrem dicken Borke ist *Pinus roxburghii* an den Standortfaktor Feuer sehr gut angepaßt. Die daher regelmäßig zur Verbesserung der Weidebedingungen gelegten Brände tragen allerdings zur weiteren Degradation dieser Wälder bei.

Die immergrünen *Acacia modesta-Olea cuspidata*-Gesellschaften, die in der Vorbergzone des westlichen Westhimalaya als zonaler Vegetationstyp die colline Stufe besiedeln (vgl. COVENTRY 1915, STEWART 1957-61), haben ihren Verbreitungsschwerpunkt auf trocken-heißen Sonnhängen. Dort treten sie bis 1200 m, z. T. extrazonal bis 1400 m NN als xerophytische Buschwälder auf. Auf diesen Standorten ist häufig eine degradationsbedingte Kappung der Bodenprofile zu beobachten. Bei den Böden handelt es sich um flachgründige, trockene und an Nährstoffen verarmte Gesteinsrohböden. Die *Acacia-Olea*-Wälder bilden einen Gesellschaftskomplex mit den oberhalb Paras anschließenden *Quercus baloot*-Wäldern, mit denen sie einen gemeinsamen Artengrundstock aufweisen.

### 2.2 Der mediterrane Klima- und Vegetationscharakter im Talraum Paras – Mahandri

Im Regenschatten der äußeren Gebirgsketten werden die monsunalen Niederschläge im Talraum zwischen Paras (1320 m NN) und Mahandri (1550 m NN) (Photo 1) erstmals abgeschwächt, während die Winter-/Frühjahrsniederschläge zunehmen. Die veränderte Konstellation der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung führt im Verein mit den aufgrund der höheren Lage abnehmenden Mitteltemperaturen zu einem mediterranen Klima- und Vegetationscharakter, der hier jedoch nicht mehr so ausgeprägt in Erscheinung tritt wie noch in den afghanischen Gebirgsregionen (vgl. RATHJENS 1958 u. 1972). Er kommt in der Vegetationsdecke zum Ausdruck in der Verbreitung von *Cedrus deodara*- und *Quercus baloot*-Gesellschaften, die in florensgeschichtlicher und floristischer Hinsicht sowie in der physiognomischen Struktur deutliche Beziehungen zu entsprechenden Zedern- und Steineichenwäldern des mediterranen Raumes erkennen lassen (vgl. MEUSEL u. SCHUBERT 1971, 588 ff).



*Photo 1:* Der tiefeingeschnittene, untere Talbereich bei Paras (1320 m NN) mit entwaldeten, landwirtschaftlich genutzten Sonnhängen und bewaldeten Schatthängen. Blick talaufwärts gegen NE auf den 4500 m hohen Gebirgszug zwischen Kaghan- und Neelam-Tal

*Photo:* U. SCHICKHOFF (14. 11. 89)

Deeply incised Lower Kaghan at Paras (1320 m a. s. l.) with deforested sunny slopes being exploited for agriculture and shady slopes covered by forests. In the background, looking north-east, the mountain range between Kaghan and Neelam Valley at an altitude of 4500 m a. s. l.

Die *Quercus baloot*-Gesellschaften haben ursprünglich weite Bereiche der unteren Sonnhänge dieses Talraumes besiedelt. Sie sind ebenfalls bis auf kleinflächige Reliktbestände, die z. T. vom Forest Department geschützt werden („Reserved Forests“), zurückgedrängt worden. Häufig haben sie sich durch sekundäre regressiv Sukzession zu Strauchgesellschaften als Degradationsstadien entwickelt, die durch extreme strukturelle Veränderungen gekennzeichnet werden. Ihre Verbreitung reicht bis 1800 m NN, wo sie bei ansteigenden Niederschlägen und zurückgehenden Temperaturen der Konkurrenz der Koniferenwälder nicht mehr gewachsen sind. Die *Quercus baloot*-Reliktorkommen treten vornehmlich auf degradierten Kalkstein- und Dolomit-Syrosemien auf, da diese Böden ackerbaulich kaum genutzt werden können. Sie sind jedoch weniger calciphil als vielmehr an skelettreiche, edaphisch trockene Substrate gebunden (vgl. FREITAG 1971, 324, BEG a. KHAN 1980, 110).

Die Schatthänge dieses Talraumes werden vom Talboden bis in 2000 m NN noch weitgehend von potentiell natürlichen *Cedrus deodara*-Gesellschaften eingenommen, die höhenwärts in *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Wälder übergehen. Innerhalb ihres Biotopwechsels von Schatt- auf Sonnhänge, den sie

im Tallängsprofil allmählich vollziehen, greifen die Zedernwälder im Raum Jared-Mahandri bereits auf Sonnhänge über. Sie erstrecken sich über verschiedene Substratgrenzen hinweg (vgl. GORRIE 1933). Sie stocken meist auf sauren Ranker-Braunerden und mesotrophen Braunerden, die über den Metamorphiten oberhalb Paras als vorherrschende Bodentypen auftreten. Weniger gut gedeihen sie auf flachgründigen Substraten über Karbonatgesteinen, wie z. B. bei Shinu unterhalb Jared. Im Vergleich zu den anderen Waldgesellschaften unterliegen die wirtschaftlich besonders wertvollen *Cedrus deodara*-Wälder einem weit geringeren Nutzungsdruck. Die Waldweide wird hier vom Forest Department äußerst streng reglementiert, so daß regelmäßig andernorts verschwundene, bevorzugt verbissene Arten anzutreffen sind und die Verjüngungssituation weitaus zufriedenstellender ist als in *Abies*- oder *Pinus*-Wäldern.

### 2.3 Die randmonsunale Beeinflussung im Talraum Mahandri-Naran

Der Talraum zwischen Mahandri (1550 m NN) und Naran (2362 m NN) ist durch eine randmonsunale Beeinflussung gekennzeichnet (Abb. 1). Oberhalb Mahandri, im Bereich der großen Talbiegung,

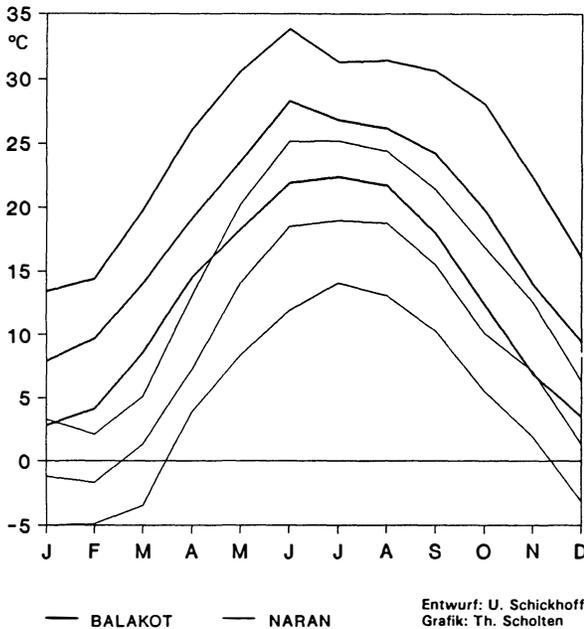


Abb. 4: Monatsmittel-Temperaturen (mittlere Minima, Mitteltemperaturen, mittlere Maxima) der Stationen Balakot (991 m NN) und Naran (2362 m NN)

Mean monthly temperatures (mean minimum, median and mean maximum temperatures) of the Balakot (991 m a. s. l.) and Naran (2362 m a. s. l.) stations

vollzieht sich ein Wechsel in der Vorherrschaft des Niederschlagsregimes. Aufgrund der topographischen Lage im Lee südlich-südwestlich vorgelagerter Gebirgsketten ist in Kaghan-Ort (2050 m NN) von einer weiteren deutlichen Abnahme monsunaler Sommerniederschläge auszugehen. Bei insgesamt zurückgehenden Jahressummen wird deren Höhe bereits von den aus höhergelegenen Kondensationsniveaus niedergehenden Winter-/Frühjahrsniederschlägen übertroffen.

Das Klimadiagramm der Station Naran (Abb. 2) repräsentiert die abweichenden klimatischen Verhältnisse gegenüber dem unteren Kaghan. Bei weiterhin ganzjähriger Humidität tritt lediglich ein ausgeprägtes Niederschlagsmaximum im Winter/Frühjahr auf, das 74% der Jahressumme ausmacht. Der monsunzeitliche Anteil an der Jahressumme, die auf 1210 mm zurückgeht, beträgt dagegen nur noch 15,7% (vgl. Abb. 3). Ein Vergleich der Monatsmittel-Niederschläge (Abb. 5) verdeutlicht die Differenz der monsunalen Niederschlagshöhe zwischen unterem und oberem Kaghan. Das Monsunregime löst dabei den überwiegenden Teil der Sommerniederschläge auch im oberen Kaghan aus, da ein enger zeitlicher

Zusammenhang zwischen den jeweiligen Niederschlagsereignissen besteht. Die gegenüber dem unteren Kaghan deutlich zurückgehenden Mitteltemperaturen (Abb. 4) schränken die thermische Vegetationszeit auf 6,5–7 Monate ein und machen das obere Kaghan zum Einfacherntegebiet. Aufgrund des geringen Niederschlags in der Vegetationszeit ist eine ausreichende Bodenwasserversorgung nicht immer gewährleistet. In einzelnen Jahren weist der Raum Naran kurzfristige Dürrezeiten in den Sommermonaten auf. Der Wassermangel kann dann auf Südhängen zum Streßfaktor für die Vegetation werden.

In Anpassung an die zunehmende Trockenheit treten auf den Sonnhängen zwischen Kaghan und Naran erstmals vereinzelt xerophile *Artemisia maritima*-Fluren auf sandigen Rohböden auf, während in der Regel weiterhin feucht-temperierte Koniferenwälder auf Braunerden in Sonn- und Schattlage vorherrschen. *Cedrus deodara*-Wälder besiedeln weiterhin die Unterhänge. Mit zunehmender Höhe gehen sie in *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Wälder über, die auch im unteren Kaghan bereits die dominierenden Vegetationstypen der oberen montanen und subalpinen Stufe sind (vgl. Abb. 6). Aufgrund ihrer weiten ökologischen Amplitude und ihres ausgesprochenen Pioniercharakters (vgl. DUDGEON a. KENOYER 1925, 270, CHAMPION 1936, 224 ff, OHSAWA, SHAKYA a. NUMATA 1986, 151) kommt *Pinus wallichiana* in allen Expositionen von der unteren montanen Stufe bis zur Waldgrenze vor. Ihren Verbreitungsschwerpunkt besitzt sie auf den Sonnhängen der oberen montanen Stufe zwischen 2100 und 2800 m NN, wo sie ausgehende, nahezu reine Bestände bildet. Der Wirkung der Strahlungsexposition kommt damit als Standortfaktor wesentliche Bedeutung zu. Dagegen übt die Klimadifferenzierung im Tallängsprofil keinen besonderen Einfluß auf die Konkurrenzfähigkeit der Blaukiefer aus. Ihre edaphischen Ansprüche sind vergleichsweise gering. Sie bevorzugt tiefgründige, gut drainierte Braunerden, gedeiht aber ebenfalls gut auf mäßig trockenen, skelettreichen und nährstoffarmen Böden. Auf den früh ausapernden Sonnhängen unterliegen die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften einer massiven anthropo-zoogenen Beeinflussung, die in negativen strukturellen Veränderungen (Auflichtung, Überalterung, unzureichende Verjüngung) und einem von verbißresistenten Arten geprägten Artenspektrum zum Ausdruck kommt.

*Abies pindrow*-Gesellschaften herrschen auf Schatthängen von 2000 m NN bis in die subalpine Stufe vor, wo sie bei 3300–3400 m NN in den *Betula utilis*-Gürtel übergehen. Das Verbreitungsmuster der vornehmlich aus hygrophilen Arten bestehenden *Abies*-Wälder

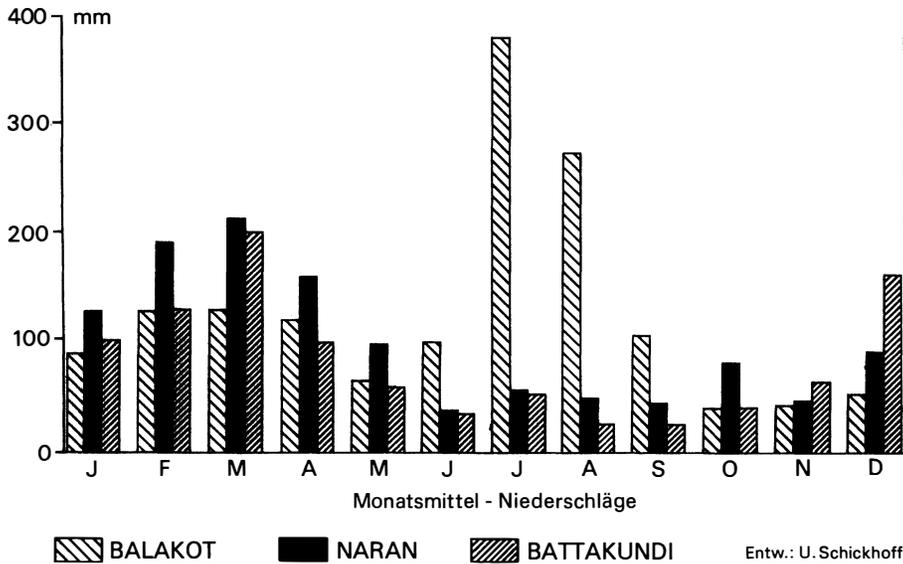


Abb. 5: Vergleich der Monatsmittel-Niederschläge in Balakot (1545 mm/a), Naran (1210 mm/a) und Battakundi (1010 mm/a)

Comparison of mean monthly precipitation in Balakot (1545 mm/a), Naran (1210 mm/a) and Battakundi (1010 mm/a)

hängt weitgehend von einer ausreichenden Feuchtigkeit zuzufuhr ab (vgl. auch OSMASTON 1922, 138, PURI et al. 1989, 103). Der Rückgang der monsonalen Niederschläge im Tallängsprofil wird dabei von der zunehmenden Mächtigkeit der in Schattlage spät ausapernden winterlichen Schneebedeckung kompensiert. Die *Abies pindrow*-Wälder stocken auf tiefgründigen, frisch-feuchten Braunerden mit stark humosem Oberboden und mächtigem Auflagehumus. Mit zunehmender Höhe weisen diese Böden deutliche Podsolierungserscheinungen auf. Auch die *Abies*-Bestände sind in ihrer physiognomischen und floristisch-soziologischen Struktur z. T. erheblich verändert worden.

Das Verbreitungsmuster der höhenwärts anschließenden *Betula utilis*-Gesellschaften, die im gesamten Talraum durch die anthropogene Depression der Waldgrenze bereits weitgehend vernichtet sind (vgl. CHAUDHRI 1960, 290), wird vor allem von der Mächtigkeit und Dauer der Schneebedeckung bestimmt (vgl. dazu CHAMPION, SETH a. KHATTAK 1965, 203). Mit den ansteigenden Winter-/Frühjahrsniederschlägen im Tallängsprofil ist der *Betula*-Gürtel potentiell zunehmend breiter und optimaler entwickelt. Er bildet auf Schatthängen in 3400–3700 m NN die obere Waldgrenze, der ein *Salix*-Krummholzgürtel vorgelagert ist (Photo 2). Die *Salix*-Gesellschaften lehnen sich eng an das Verbreitungsmuster der *Betula*-Gesellschaften an und nehmen jeweils die extremeren

Standorte mit kürzerer Vegetationszeit ein. Vor allem in physiognomischer Hinsicht sind sie durch die Ausbildung von Umlegeformen optimal an die mächtige Schneebedeckung angepaßt. Insbesondere in Lawnengassen verzahnen sich *Betula*- und *Salix*-Gürtel eng mit dem unterhalb anschließenden Koniferenwald. In Südexposition lösen sich beide in einzelne Flecken auf. Dort treten *Pinus wallichiana*-Bestände und *Juniperus*-Gehölze an ihre Stelle.

In der alpinen Stufe schließt ein kleinräumiges Vegetationsmosaik aus Cyperaceenrasen sowie *Juniperus*- und *Rhododendron*-Zwergstrauchheiden an den Waldgrenzsaum an. *Juniperus squamata*-Gesellschaften bilden auf Sonnhängen oberhalb geschlossener Wälder einen subalpinen Gehölzgürtel und steigen in der alpinen Stufe bis 3800–3900 m NN auf. *Rhododendron anthopogon*-Heiden sind auf Schatthängen im Schutz langandauernder Schneebedeckung bis in gleiche Höhenlagen verbreitet. Da sich die expositionsbedingten Unterschiede in der Strahlungsintensität mit zunehmender Meereshöhe verstärken und die Sonnhänge wesentlich früher ausapern, besitzt *Juniperus squamata* wohl eine weitaus geringere Empfindlichkeit gegenüber Frosttrocknis als *Rhododendron anthopogon*. Das Verbreitungsmuster der Zwergstrauchheiden im Kaghan-Tal (vgl. Photo 3) wird daher wie im zentralen Himalaya (МІЕНН 1990, 369) maßgeblich durch die unterschiedliche Frosttrocknisempfindlichkeit bestimmt.



*Photo 2:* Natürliche Vegetationshöhenstufung im Waldgrenzsaum (3200–3400 m NN) auf einem NNW-exponierten Hang nahe Besri, Raum Jared. Auf einen *Abies pindrow*-Wald folgt ein *Betula utilis*-Gürtel, der in ein *Salix denticulata*-Krummholz übergeht

*Photo:* U. SCHICKHOFF (30. 5. 90)

Natural altitudinal zonation of vegetation in the tree-line area (3200–3400 m a. s. l.) on a NNW-facing slope near Jared, Lower Kaghan. The *Abies pindrow*-forest is passing into a *Betula utilis*-belt, which is giving way to a *Salix denticulata*-krummholz



*Photo 3:* Markante Expositionsunterschiede in der alpinen Stufe oberhalb des Saiful-Muluk-Sees. Die nordexponierte Flanke des Geländerückens (3650 m NN) ist mit einer *Rhododendron anthopogon*-Zwergstrauchheide bedeckt (im Bild rechts). Die gegenüberliegende Flanke wird dagegen von einer *Juniperus squamata*-Heide besiedelt

*Photo:* U. SCHICKHOFF (15. 7. 90)

Distinct aspect differences in the alpine belt above Lake Saiful-Muluk. The north-facing slope (on the right) of the small ridge (3650 m a. s. l.) is covered with a dwarf scrub heath of *Rhododendron anthopogon*, whereas the sunny flank is colonized by a *Juniperus squamata*-heath

Wie in anderen Regionen des Gebirgsbogens (vgl. KIKUCHI a. OHBA 1988, MIEHE 1990) führen standörtliche Variationen innerhalb der Cyperaceenrasen zur Differenzierung in verschiedene *Kobresia*-Gesellschaften. *Kobresia capillifolia*-Rasen nehmen aufgrund ihres euryöken Charakters großflächige Bereiche der alpinen Stufe ein. Sie haben ihren Verbreitungsschwerpunkt auf Sonnhängen, während bodenfeuchte *Kobresia nitens*-Rasen schattseitige Hänge besiedeln und insbesondere in Hangmulden und Schneetälchen zur Vorherrschaft kommen. Im Bereich des Babusar-Passes sind in strahlungsoffenen, windgefügten Lagen *Kobresia deasyi*-Rasen verbreitet, die zu den Cyperaceenrasen im kontinentaleren Karakorum und Pamir vermitteln. Die Cyperaceenrasen lösen sich oberhalb 4000 m NN allmählich auf und werden durch Frostschuttfuren ersetzt. Ranker und Rasenbraunerden sind die dominierenden Bodentypen der alpinen Stufe. Sie gehen mit zunehmender Höhe in flachgründigere Syrosem-Ranker und Rohböden über.

#### 2.4 Die zunehmende Kontinentalität des Klimas und die Verbreitung von Steppen(-wäldern) im Talraum Battakundi – Burawai

Im Raum Battakundi (2670 m NN) – Burawai (2922 m NN) setzen sich hygrischer und thermischer Kontinentalitätstrend im Tallängsprofil fort. Die ausgesprochene Leelage bedingt einen weiter abnehmenden Monsuneinfluß. Bei einer Jahressumme von 1010 mm gehen die Niederschläge insbesondere in der sich verkürzenden Vegetationszeit noch einmal deutlich auf 200–250 mm zurück. Die Station Battakundi (Abb. 2) weist im langjährigen Mittel zwei aride Sommermonate auf. Die Trockenheit in der Vegetationszeit führt in diesem Talraum zu einem auffälligen Wandel des Vegetations- und Landschaftscharakters und zu Verhältnissen, wie sie für die Hochtäler des jenseits der Himalaya-Hauptkette anschließenden westlichen Karakorum typisch sind (vgl. PAFFEN, PILLEWIZER, SCHNEIDER 1956, MIEHE 1992, SCHICKHOFF 1992 u. 1993 b): feuchttemperierte Koniferenwälder sind auf Schatthänge beschränkt, wo sie die aus der langandauernden Schneebedeckung resultierende Bodenfeuchte nutzen können, während die Sonnhänge großflächig von xeromorphen *Artemisia maritima*-*Juniperus macrospoda*-Steppen(-wäldern) eingenommen werden (Photo 4).

Geschlossene Wälder können sich hier in Südexposition aufgrund der Summierung ungünstiger klimatischer Effekte (Verkürzung der Vegetationszeit, sommerliche Dürrezeit, frühe Ausaperung mit Frost-

trocknisgefahr) kaum noch entwickeln. Die Steppenvegetation stockt auf skelettreichen, sandigen, humusarmen Rohböden, deren 10–15 cm mächtiges Solum häufig keine Profildifferenzierung erkennen läßt. Lediglich unter dem Schirm der *Juniperus*-Kronen ist bei höherer Bodenfeuchte und vermehrt anfallender Streu stellenweise ein Ah-Horizont ausgebildet. Unter Koniferenwald auf Nordhängen ist die Bodenentwicklung dagegen bei verzögerter Ausaperung und intensiverer Durchfeuchtung meist bis zu Braunerden fortgeschritten.

Die *Artemisia maritima*-Steppen sind insbesondere auf edaphisch leicht feuchteren Standorten von Einzelexemplaren oder kleinen Gruppen des Baumwacholders *Juniperus macrospoda* durchsetzt. Der Einschlag der *Juniperus*-Stämme hat zu einer Ausbreitung der reinen *Artemisia*-Steppe geführt, wie sie auch aus dem Karakorum (PAFFEN, PILLEWIZER u. SCHNEIDER 1956, 25) und aus Chitral (HASERODT 1989, 69) berichtet wird. Die *Artemisia*-Steppen lösen sich oberhalb 3300–3400 m NN bei höherer Feuchtigkeit und humusreicheren Böden zunehmend auf (vgl. dazu HARTMANN 1968 u. 1983). Sie gehen in ein Vegetationsmosaik aus Zwergstrauchheiden, Cyperaceenrasen sowie Baumwacholder-Gruppen, die hier bis 3800–3900 m NN aufsteigen, über. Wie im Nanga Parbat-Gebiet (TROLL 1939, 172) wirkt sich die Strahlungsexposition vereinheitlichend auf die Höhenstufenfolge auf Sonnhängen aus. Auf Schatthängen ist dagegen weiterhin eine klare Abfolge von hochmontanen Koniferenwäldern, die Waldgrenze bildendem *Betula utilis*-Gürtel, *Salix*-Krummholz und alpinen Zwergstrauchheiden und Matten zu beobachten (vgl. Abb. 6).

#### 2.5 Die Feuchtigkeitszunahme im Stau der Himalaya-Hauptkette

An der Einmündung des Jalkhad Nar in den Kunhar-Fluß unterhalb Besal (3265 m NN) ist eine weitere markante Grenze innerhalb des ökologischen Gradienten im Tallängsprofil ausgebildet. Zum einen erreichen hochstämmige Koniferenwälder hier in 3100–3200 m NN ihre aktuelle talaufwärtige Grenze, die maßgeblich durch ungünstiges Lokalklima, Wärmemangel und kurze Vegetationszeit bedingt ist. Zum anderen gehen die trockenen *Artemisia maritima*-Steppen in hygrophilere alpine Matten und Zwergstrauchheiden über, was auf eine leichte Feuchtigkeitszunahme hindeutet. Sie ist auf die während der Monsun- und Vegetationszeit vor der nahen Himalaya-Hauptkette entstehende Stausituation zurückzuführen. Krautreiche Cyperaceenrasen bilden die



Photo 4: Im kontinentaleren Raum Battakundi-Burawai sind feucht-temperierte Koniferenwälder auf Schatthänge beschränkt. Sie sind auf kleinflächige Restbestände zurückgedrängt worden. Die Sonnhänge werden von *Artemisia maritima-Juniperus macro-poda*-Steppen(-wäldern) eingenommen

Photo: U. SCHICKHOFF (26. 7. 90)

In the more continental Battakundi-Burawai area moist-temperate coniferous forests are confined to shady slopes. They have been restricted to small relict stands. The sunny slopes are covered by *Artemisia maritima-Juniperus macro-poda*-steppe(-forests)

Vegetationsdecke in dem weitgespannten Muldental zwischen Lulusar-See (3440 m NN) und Babusar-Paß (4175 m NN).

### 3 Der Anstieg der Vegetationsgrenzen und der Einfluß des Geländeklimas

Die zunehmende Kontinentalität des Klimas im Tallängsprofil kommt in einem deutlichen Anstieg der klimabedingten Höhengrenzen und Höhenstufen der Vegetation zum Ausdruck (Abb. 6). Im Lee der vorgelagerten Gebirgsketten kommt es zu verminderter Wolkenbildung, vermehrter Sonneneinstrahlung, starker Bodenerwärmung und einem günstigeren lokalen Wärmehaushalt. Dieser führt zu einer größeren Anzahl an Tagen mit geeigneten Photosynthesebedingungen. Die gegenüber dem unteren Kaghan in gleicher Meereshöhe erfolgende Verlängerung der Vegetationszeit ruft den Anstieg der Höhengrenzen hervor, der etwa 300 m beträgt. Der Effekt der Massenerhebung trägt zusätzlich zur Kontinentalität des Klimas und damit zu diesem Anstieg bei. Neben der Verschiebung der Höhengrenzen sind kontinentalere Ausbildungen der Vegetationstypen in den Höhen-

stufen der inneren Talräume zu beobachten. Die klimatische Schneegrenze steigt im Expositionsmittel um etwa den gleichen Betrag an (vgl. dazu v. WISSMANN 1961, 22 ff).

Aufgrund der ausgeprägten topographischen Kammerung des Hochgebirgsraumes Kaghan wird die Vegetationsverbreitung zusätzlich durch den Einfluß des Geländeklimas modifiziert. Durch Reliefeffekte abgewandelte Strahlungs-, Niederschlags- und Windverhältnisse führen häufig, dem Prinzip des Biotopwechsels mit relativer Standortkonstanz (WALTER 1953) folgend, hier wie in anderen Himalaya-Regionen (MIEHE 1991b, 187) zu extrazonalen Verbreitungsmustern. Die Wirkung der Strahlungsexposition, die sich mit abnehmendem Monsuneinfluß im Tallängsprofil verstärkt, ruft eine charakteristische Vegetationsverteilung auf Sonn- und Schatthängen hervor. Zugleich weisen die Höhengrenzen eine deutliche expositionsbedingte Asymmetrie auf (vgl. Abb. 7 u. 8).

Die markanten Kontraste zwischen Sonn- und Schatthängen im unteren Kaghan sind jedoch durch die anthropogene Walddegradation und -vernichtung auf den klimatisch begünstigten Sonnhängen (vgl. BÖHM 1966) entstanden, deren ursprüngliche

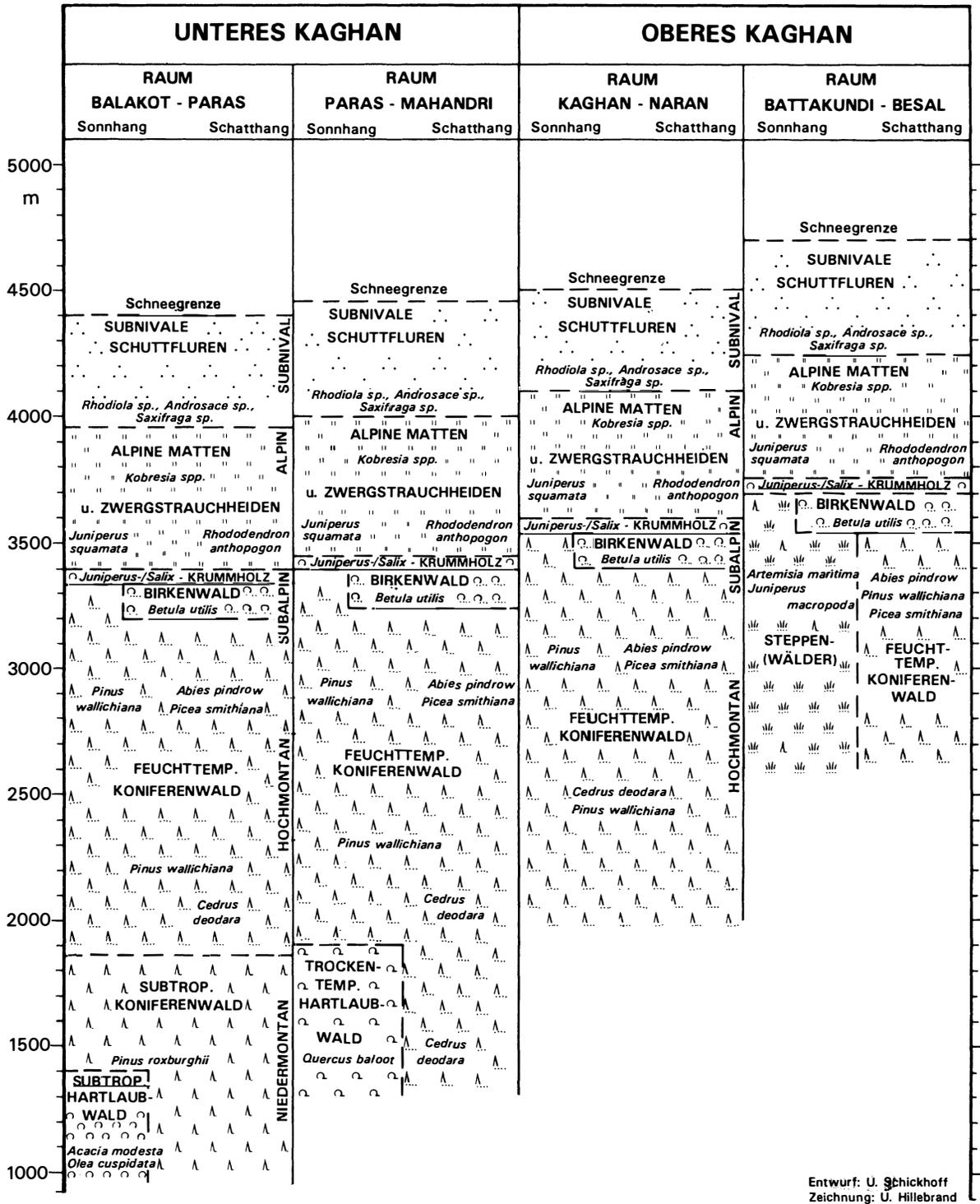


Abb. 6: Vegetationshöhenstufen verschiedener Talräume  
Altitudinal zonation of vegetation in different valley sections

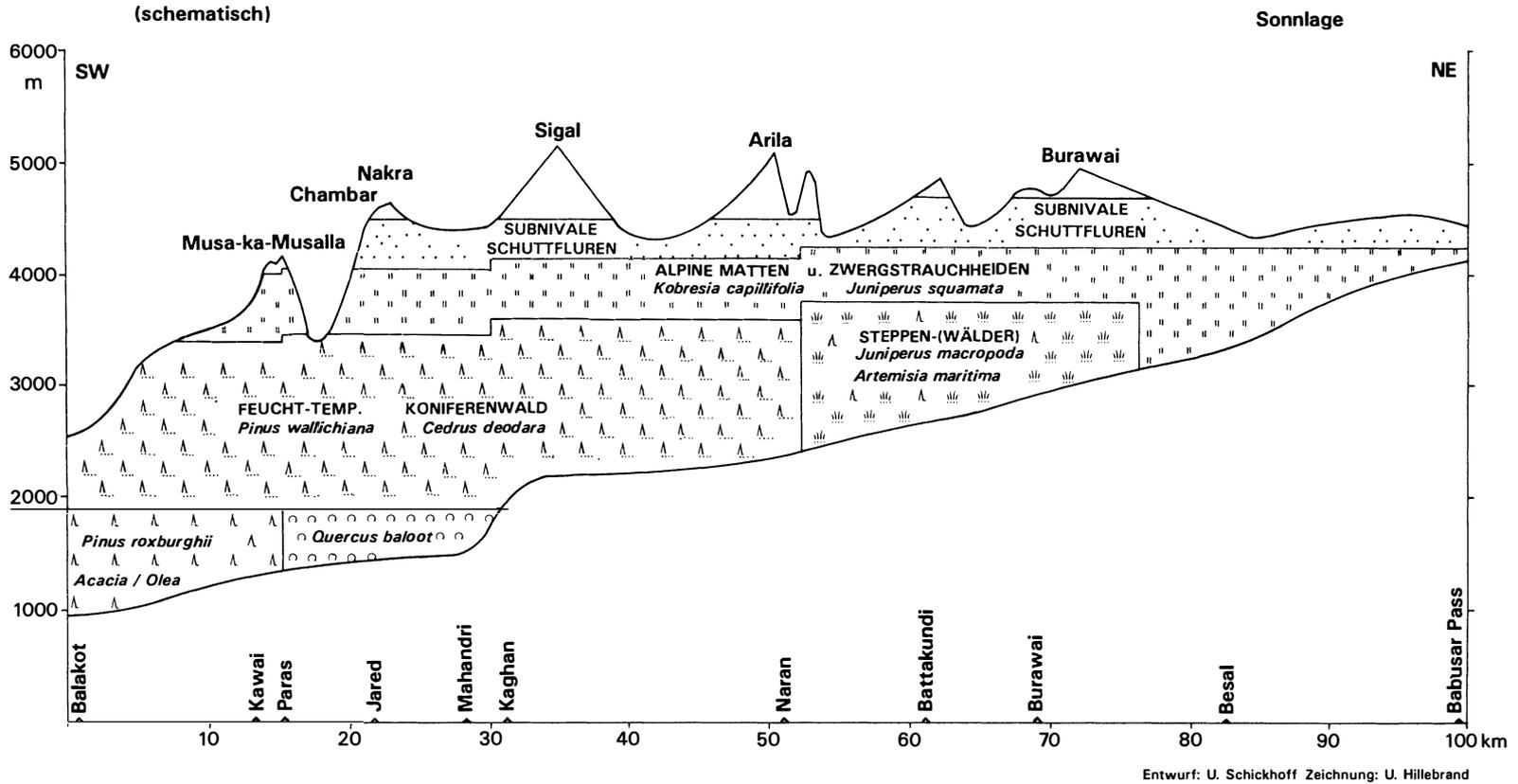


Abb. 7: Höhenstufung der Vegetation im Tallängsprofil - Sonnlage  
 Altitudinal zonation of vegetation on sunny slopes in the longitudinal section of the valley

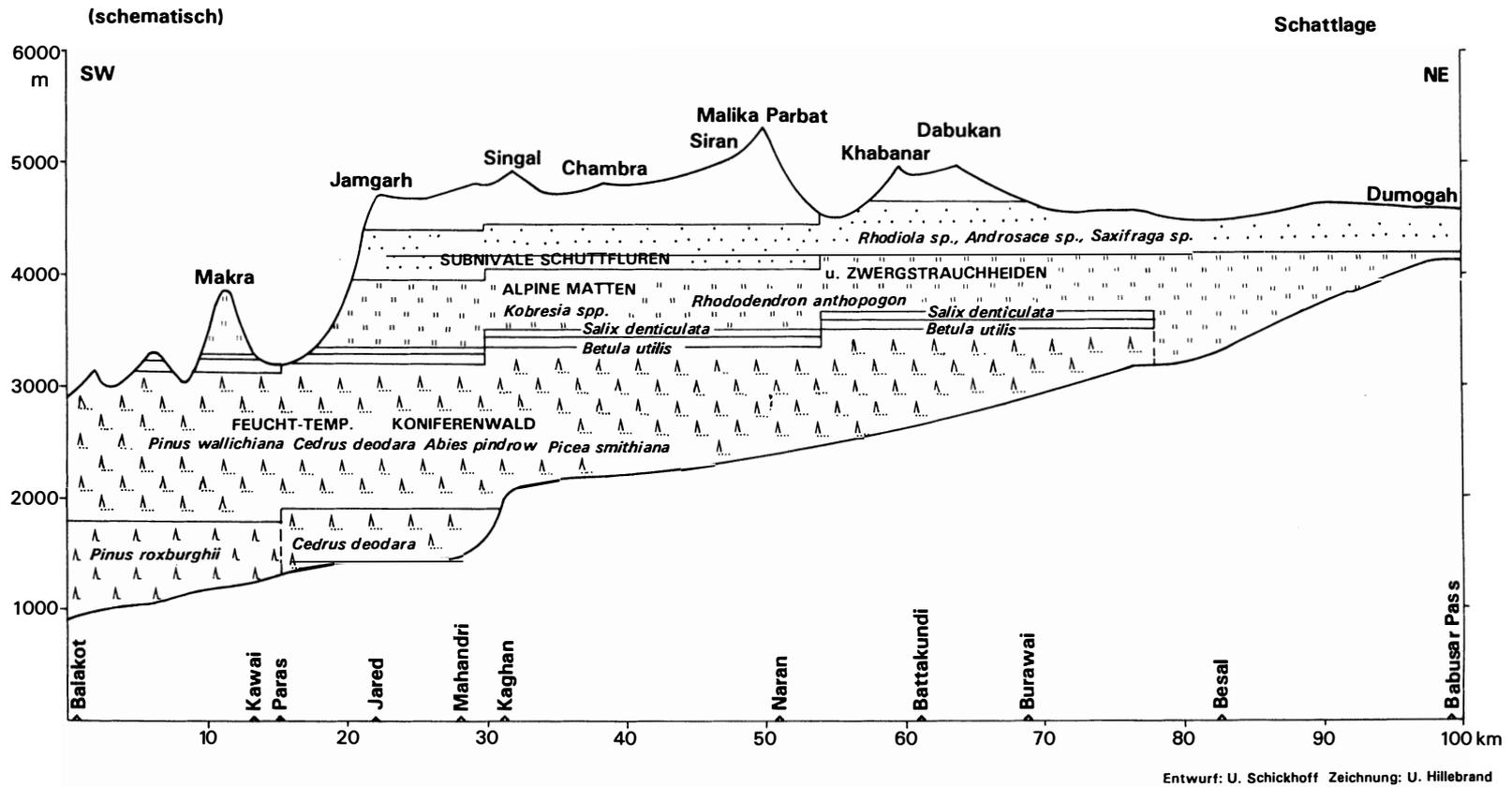


Abb. 8: Höhenstufung der Vegetation im Tallängsprofil – Schattlage  
 Altitudinal zonation of vegetation on shady slopes in the longitudinal section of the valley



*Photo 5:* Die „striking contrasts“ zwischen Sonn- und Schatthängen in der montanen Stufe am Beispiel des E-W-gerichteten Talabschnitts oberhalb Mahandri. Auf dem nordexponierten Hang stockt ein ausgedehnter *Cedrus deodara*-Bestand, während der Gegenhang von weitgehender Waldvernichtung und Degradation gekennzeichnet ist  
*Photo:* U. SCHICKHOFF (5. 6. 90)

The striking contrasts between sunny and shady slopes in the montane belt, Lower Kaghan, such as above Mahandri, for example. The north-facing slope is covered by an extensive *Cedrus deodara*-stand, whereas the opposite slope is marked by deforestation and degradation to a great extent

Vegetation weitgehend in Acker- und Weideland umgewandelt worden ist (vgl. Photo 5). Dem stehen die natürlichen Unterschiede im oberen Kaghan gegenüber, wo in Leelage bei geringen Bewölkungsgraden und stark abnehmender diffuser Himmelsstrahlung größere Differenzen hinsichtlich der Strahlungsintensität auftreten. Sie kommen in potentiell natürlichen Steppen(-wäldern) auf den hier weniger intensiv genutzten Sonnhängen und feucht-temperierten Koniferenwäldern auf Schatthängen zum Ausdruck.

Luv-Lee-Effekte und lokale Windsysteme haben dagegen keinen entscheidenden Einfluß auf die Vegetationsverbreitung. Die Wirkung der Niederschlagsexposition ist jener der Strahlungsexposition untergeordnet. Bei quer zur Hauptwindrichtung verlaufenden Kämmen nehmen hygrophilere Vegetationstypen in der Regel die leeseitigen, NE-exponierten Hänge ein, während xerophilere Gesellschaften die SW-exponierten Luvseiten besiedeln. In Abb. 9 ist dieses häufige Verbreitungsmuster am Beispiel des Manchi Danna (Höhenrücken oberhalb Sharan Rest House) dargestellt. Vegetationsdifferenzierende Effekte von Talwinden und Hangwind-Zirkulationen, wie sie aus anderen, näher am tibetischen Hoch-

plateau gelegenen Himalaya-Regionen bekannt sind (SCHWEINFURTH 1956, TROLL 1967, FLOHN 1970), treten im Kaghan nur in abgeschwächter Form auf. Sie werden durch das enge Talquerschnittsprofil und durch mehrfachen Richtungswechsel in der Längserstreckung abgemildert. Ausgeprägte Gegensätze zwischen der Vegetation der Talsohle und jener der Talhänge bestehen nicht.

#### 4 Die Differenz zwischen realer und potentieller Waldbedeckung

Im Gegensatz zu den nördlich anschließenden, arid-semiariden Hochgebirgsräumen Nordpakistans ist auf der humiden Himalaya-Südabdachung eine untere Waldgrenze nicht ausgebildet. Mit Ausnahme der offenen *Artemisia-Juniperus*-Steppen(-wälder) im Raum Battakundi-Burawai besteht die potentielle natürliche Vegetation des Kaghan daher bis zur oberen Waldgrenze aus geschlossenen Wäldern. Somit kann aus der Ausdehnung der Kulturlandflächen in der Waldstufe das Ausmaß der Rückdrängung der Waldflächen abgeleitet werden. Während sich die Anteile der verschiedenen Waldtypen an der Gesamt-

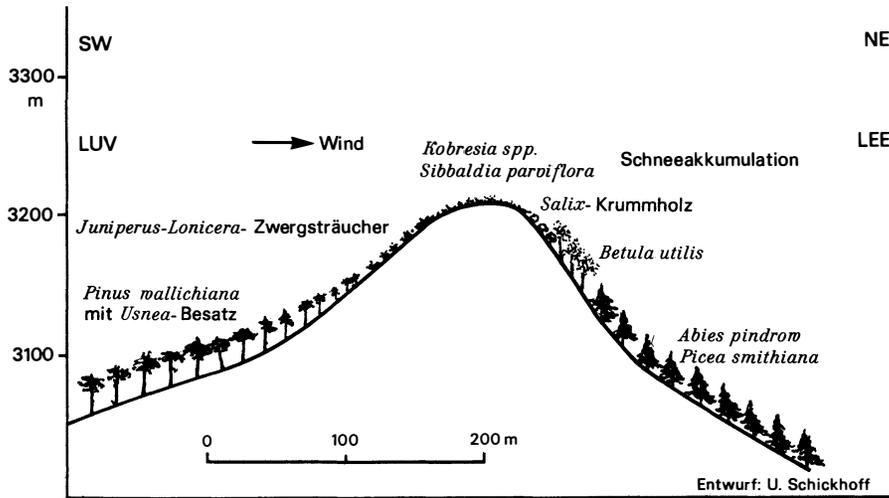


Abb. 9: Vegetationsprofil des Manchi Danna  
Vegetation profile of Manchi Danna

fläche der Karte auf ca. 16% summieren, nehmen Siedlungs-, Acker- und Weideflächen in der Waldstufe 14,8% der Gesamtfläche ein (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1: Gesamtflächenreport zur Vegetationskarte des Kaghan

Area of mapping units and their percentage on the total area of the vegetation map

Kartiereinheit	Fläche in ha	Anteil an Gesamtfläche in %
Gletscher	6307	2,8
Fels und Schutt	46803	20,8
Cyperaceenrasen und Zwergstrauchheiden	47117	20,9
<i>Betula utilis</i> -Wälder	471	0,2
<i>Abies pindrow</i> -Wälder	20126	8,9
<i>Pinus wallichiana</i> -Wälder	10626	4,7
<i>Abies</i> -/ <i>Pinus</i> -Mischwälder	681	0,3
<i>Cedrus deodara</i> -Wälder	3397	1,5
<i>Artemisia maritima</i> -Steppen	3963	1,8
<i>Myricaria</i> -Schotterfluren	86	0,04
<i>Quercus baloot</i> -Wälder	102	0,05
<i>Acacia-Olea</i> -Wälder	94	0,04
<i>Pinus roxburghii</i> -Wälder	938	0,4
Acker- und Weideland	33384	14,8
Seen	262	0,1
nicht kartierte Fläche	50635	22,5
<b>Gesamt</b>	<b>224992</b>	<b>100</b>

Die Abnahme der potentiellen Waldflächen um ca. 50% wird im Kartenbild an den Restbeständen ursprünglich weit verbreiteter *Pinus roxburghii*-Wälder (0,4% der Gesamtfläche), *Acacia-Olea*-Wälder (0,04%) und *Quercus baloot*-Wälder (0,05%) in der Dauersiedlungsstufe im unteren Kaghan besonders deutlich (vgl. Photo 6). Darüber hinaus fällt die weitgehende Vernichtung des *Betula utilis*-Gürtels (0,2%) auf, der auf die Depression der Waldgrenze durch Almwirtschaft und Bergnomadismus zurückzuführen ist. Die Nanga Parbat-Karte von TROLL (1939) zeigt dagegen einen gut ausgebildeten, meist mehrere 100 m breiten *Betula*-Gürtel. Der Umstand, daß seit der Aufnahme der TROLL-Karte mehr als 50 Jahre vergangen sind, liefert keine ausreichende Erklärung für diesen Gegensatz. Nach eigenen Geländebeobachtungen (1992, 1993) im Astore-Tal ist der *Betula*-Gürtel dort auch gegenwärtig weitaus besser erhalten als im Kaghan. Die Begründung liegt vielmehr in der unterschiedlichen Nutzungsintensität der Hochweiden. Anders als die vergleichsweise kleinflächigen Weideareale am Nanga Parbat werden die ausgedehnten Hochweiden im Kaghan nicht in erster Linie im Rahmen lokaler Almwirtschaft, sondern traditionell von nomadischen Gujars mit ihren großen Viehherden, in jüngerer Zeit auch von afghanischen Wanderhirten (GRÖTZBACH 1989, 6) genutzt. Die Überlagerung von Almwirtschaft und Bergnomadismus hat im Kaghan über lange Zeiträume zur Ausdeh-

nung der Mattenstufe und zur Vernichtung unterhalb angrenzender Waldflächen geführt.

Auf die feucht-temperierten Koniferenwälder (*Pinus wallichiana*-, *Abies pindrow*-, *Cedrus deodara*-Wälder) entfallen 15,4% der Gesamtfläche. Sie haben prozentual weit weniger ihres ursprünglichen Areals eingebüßt. Zum einen kommt darin der nachlassende Nutzungsdruck oberhalb der Dauersiedlungsstufe (vgl. auch GRÖTZBACH 1990, 22) zum Ausdruck, was vor allem für die spät ausapernden Schatthänge gilt. Zum anderen stehen sie zu großen Teilen seit der Ausweisung der „Reserved Forests“ im Jahre 1873 unter dem protektiven Einfluß der Forstwirtschaft. Es ist ein wesentliches Verdienst der Forstbehörden, eine weitergehende Degradation und Dezimierung der feucht-temperierten Koniferenwälder verhindert zu haben.

Die Differenz zwischen realer und potentieller Waldbedeckung ergibt sich nicht nur aus dem quantifizierbaren Verlust an Waldflächen, sondern äußert sich auch in strukturellen Veränderungsprozessen der Waldökosysteme (vgl. für den zentralen Himalaya SCHMIDT-VOGT 1990, für den Karakorum SCHICKHOFF 1993b). Anthropogene Beeinträchtigungen führen über Veränderungen in der floristisch-soziologischen und der physiognomisch-ökologischen Struktur zu Degradationsstadien, die vor allem in den „Guzara Forests“ (private/dorfeigene Wälder, die von der bäuerlichen Bevölkerung genutzt werden) weit fortgeschritten sind. Diese Entwicklung hat langfristig Waldflächenverlust (zur historischen Dimension vgl. SCHICKHOFF 1993a) und damit flächenhaft erfaßbaren Landschaftswandel zur Folge.

### 5 Schlußbemerkung

Da die natürliche Vegetation über ihre summarische Aussagekraft sichtbarster Ausdruck der ökologischen Bedingungen eines Raumes ist, besitzen Vegetationskarten besondere Bedeutung für weitergehende landschaftsökologische Untersuchungen (vgl. HAFFNER 1968). Dies gilt vor allem für wenig erforschte Hochgebirgsregionen, insbesondere für den Himalaya, wo kartographischen Darstellungen der Vegetationsverbreitung aufgrund der ausgeprägten dreidimensionalen Differenzierung der Standortverhältnisse ein besonders hoher ökologischer Aussagewert zukommt. Darüber hinaus bietet die Vegetationskartierung, begleitet von systematischen vegetationsgeographischen und pflanzensoziologischen Untersuchungen, vielfältige Ansatzpunkte zur Erfassung der anthropogenen Beeinflussung der Vegeta-

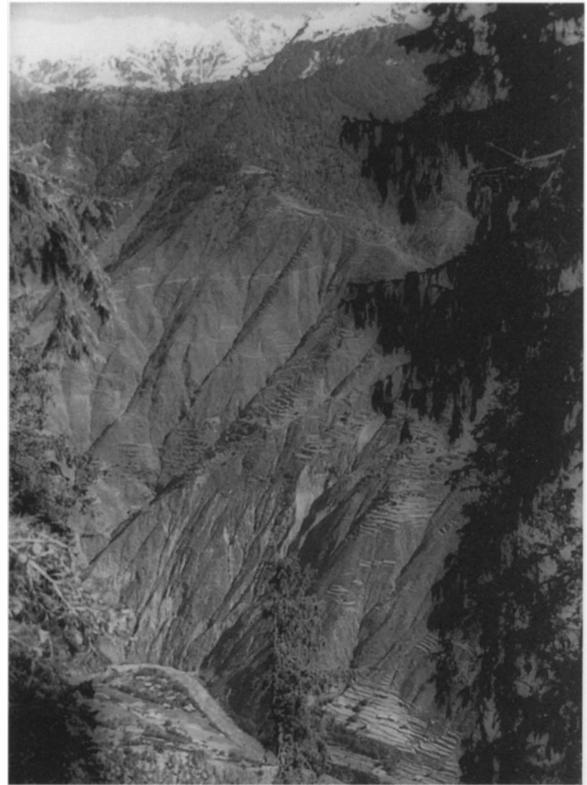


Photo 6: Profil eines potentiell bewaldeten Sonnhangs bei Paras im unteren Kaghan. Der Landschaftswandel erfaßt vornehmlich die klimatisch begünstigte untere montane Stufe vom Talboden in 1300 m bis zur unteren Grenze der realen Waldbedeckung in 2000 m NN

Photo: U. SCHICKHOFF (14. 5. 90)

Profile of a potentially forest-covered sunny slope at Paras, Lower Kaghan. The climatically-favoured lower montane belt, from the valley bottom at 1300 m up to the lower limit of the real forest cover at 2000 m a. s. l., was subject to an extensive landscape change

tion sowie des Landschaftswandels. Seit der Diskussion des „Himalayan Dilemma“ stehen diese Fragen im Blickpunkt des wissenschaftlichen Interesses (vgl. IVES a. MESSERLI 1989). Um so eindringlicher ist daher eine verstärkte vegetationskundliche Forschung und die Ergebnisdarstellung in Karten für die Himalaya-Region zu fordern. Mit der „Vegetationskarte des Kaghan“ soll ein Anstoß zu weiterer Forschung gegeben werden.

### Danksagung

Die Arbeiten im Kaghan-Tal, betreut von meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. F.-K. HOLTMEIER, Mün-

ster, konnten im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Culture Area Karakorum“ durchgeführt werden, wofür ich Prof. Dr. M. WINIGER, Bonn, herzlich danke. An dieser Stelle sei ebenfalls der Graduiertenförderung der Universität Münster und dem DAAD gedankt, die zusätzliche finanzielle Unterstützung gewährten. Für die Herstellung der Druckvorlagen danke ich Herrn D. KALTENBACH, Freckenfeld, Frau G. BRÄUER-JUX und Herrn G. STORBECK, Bonn. Den Druck der Karte übernahm freundlicherweise das Landesvermessungsamt NRW, Bonn-Bad Godesberg.

#### Literatur u. Karten

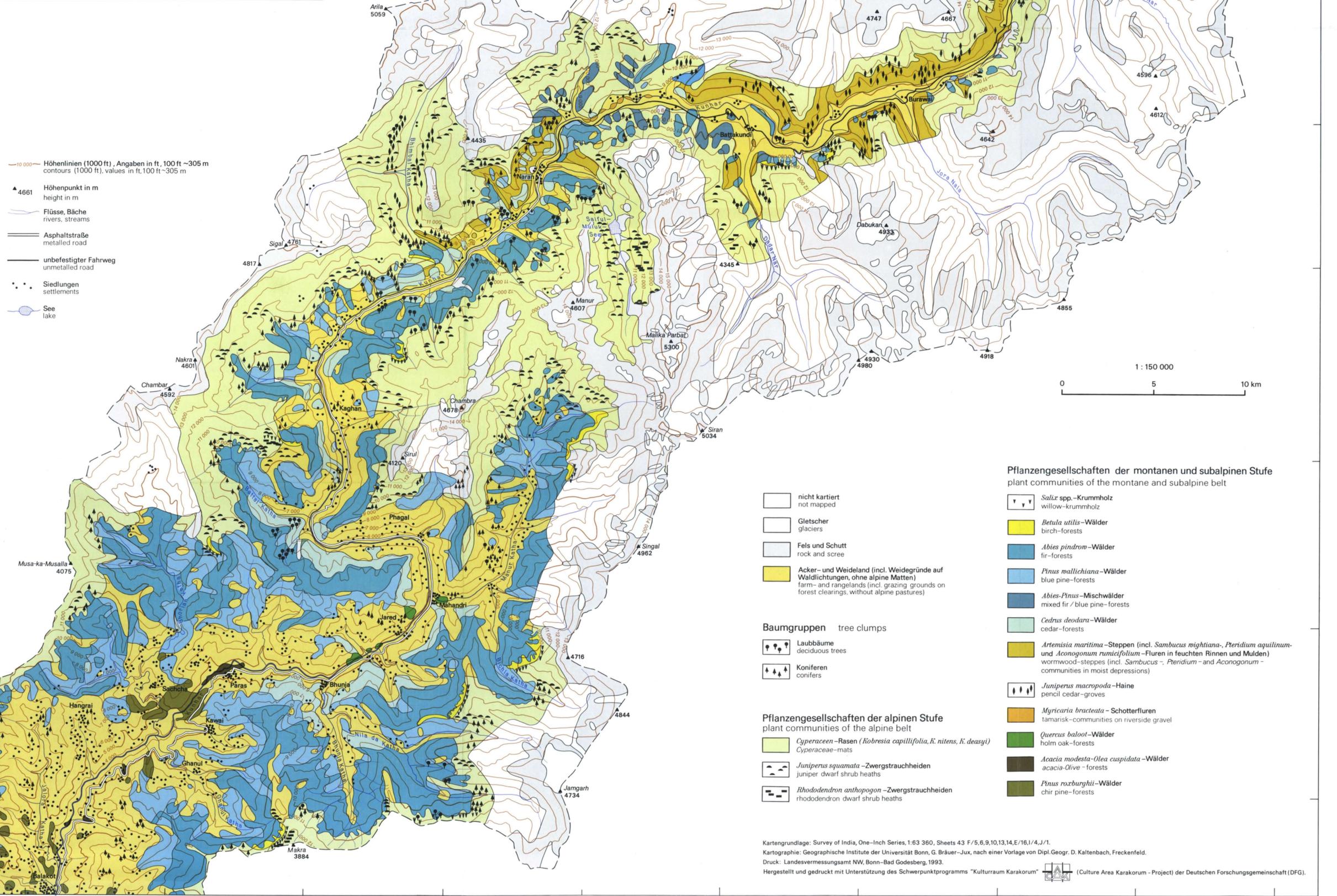
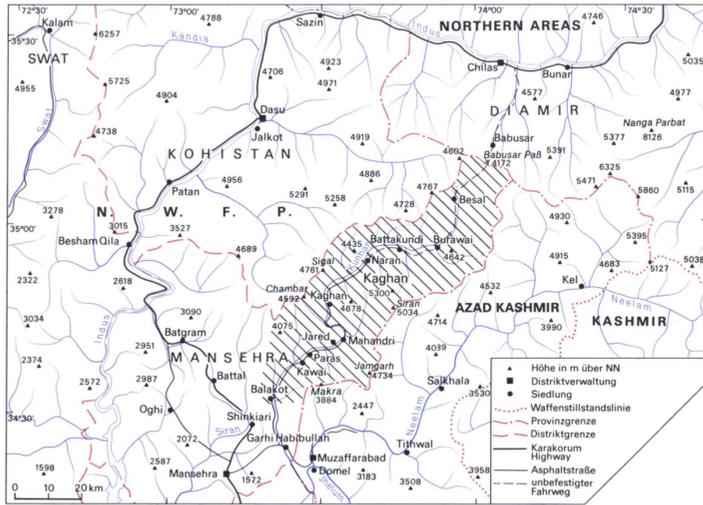
- AHMED, B.: A study of the forest types of Chir (*Pinus longifolia*) in Hazara, NWFP. In: Indian Forester 62 (1), 1936, 52-65.
- BEG, A. R. a. KHAN, M. H.: The present situation and the future of dry oak forest zone in Pakistan. In: Pakistan Journal of Forestry 30 (3), 1980, 109-122.
- BÖHM, H.: Die geländeklimatische Bedeutung des Bergschattens und der Exposition für das Gefüge der Natur- und Kulturlandschaft. In: Erdkunde 20, 1966, 81-93.
- BRAUN-BLANQUET, J.: Pflanzensoziologie. 3. Aufl., Wien-New York 1964.
- CHAMPION, H. G.: A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Indian Forest Records (N. S.), Silviculture, Bd. 1, Delhi 1936.
- CHAMPION, H. G., SETH, S. K. a. KHATTAK, G. M.: Forest types of Pakistan. Pakistan Forest Institute, Peshawar 1965.
- CHAUDHRI, I. I.: The vegetation of Kaghan Valley. In: Pakistan Journal of Forestry 10 (4), 1960, 285-294.
- COVENTRY, B. O.: The Olive (*Olea cuspidata*) forests of Punjab. In: Indian Forester 41, 1915, 391-398.
- DOBREMEZ, J. F. et al.: Carte écologique du Népal: Annapurna - Dhaulagiri 1:250.000, 1974; Jiri - Thodung 1:50.000, 1974; Terai central 1:250.000, 1974; Kathmandu - Everest 1:250.000, 1974; Ankhoul Khola - Trisuli 1:50.000, 1977; Biratnagar - Kangchenjunga 1:250.000, 1977; Jumla - Saipal 1:250.000, 1980; Dhangarhi - Api 1:250.000, 1984; Butwal - Mustang 1:250.000, 1984; Nepalganj - Dailekh 1:250.000, 1985. Cahiers népalais, CRNS, Paris.
- DUDGEON, W. a. KENOYER, L. A.: The ecology of Terhi Garhwal: a contribution to the ecology of the Western Himalaya. In: Journal Indian Botanical Society 4, 1925, 233-285.
- FLOHN, H.: Zum Klima und Wasserhaushalt des Hindukusch und der benachbarten Hochgebirge. In: Erdkunde 23, 1969, 205-215.
- : Beiträge zur Meteorologie des Himalaya. In: HELLMICH, W. (Hrsg.): Khumbu Himal, Bd. 7/2, Innsbruck 1970, 25-45.
- FREITAG, H.: Die natürliche Vegetation Afghanistans. - Beiträge zur Flora und Vegetation Afghanistans I. In: Vegetatio 22, 1971, 285-344.
- GORRIE, R. M.: The Sutlej Deodar, its ecology and timber production. In: Indian Forest Records, Silvicult., 17 (4), 1933, 1-140.
- GRÖTZBACH, E.: Kaghan - Zur Entwicklung einer peripheren Talschaft im Westhimalaya (Pakistan). In: HASERODT, K. (Hrsg.): Hochgebirgsräume Nordpakistans im Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. Beitr. u. Mat. z. Reg. Geogr. H. 2, TU Berlin 1989, 1-18.
- : Man and environment in the West Himalaya and the Karakoram. In: Universitas 32, 1990, 17-26.
- HAFFNER, W.: Die Vegetationskarte als Ansatzpunkt zu landschaftsökologischen Untersuchungen. In: Erdkunde 22, 1968, 215-225.
- : Nepal Himalaya. Untersuchungen zum vertikalen Landschaftsaufbau Zentral- und Ostnepals. Erdwiss. Forsch. 12, Wiesbaden 1979.
- HARTMANN, H.: Über die Vegetation des Karakorum. 1. Teil: Gesteinsfluren, subalpine Strauchbestände und Steppengesellschaften im Zentral-Karakorum. In: Vegetatio 15, 1968, 297-387.
- : Pflanzengesellschaften entlang der Kashmirroute in Ladakh. In: Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt 48, 1983, 131-173.
- HASERODT, K.: Chitral (pakistanischer Hindukusch). Strukturen, Wandel und Probleme eines Lebensraumes zwischen Gletschern und Wüste. In: HASERODT, K. (Hrsg.): Hochgebirgsräume Nordpakistans im Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. Beitr. u. Mat. z. Reg. Geogr., H. 2, TU Berlin 1989, 43-180.
- IVES, J. D. a. MESSERLI, B.: The Himalayan Dilemma: Reconciling development and conservation. London 1989.
- KIKUCHI, T. a. OHBA, H.: Preliminary study of alpine vegetation of the Himalayas, with special reference to small-scale distribution patterns of plant communities. In: OHBA, H. a. MALLA, S.B. (eds.): The Himalayan Plants, Vol. 1. The University Museum, The University of Tokyo Bull. 31, 1988, 47-70.
- MASRUR, A. a. KHAN, A. A.: Integrated resource survey of Kunhar River watershed. North West Frontier Forest Record Inventory Series 7. Pakistan Forest Institute, Peshawar 1973.
- MEUSEL, H. u. SCHUBERT, R.: Beiträge zur Pflanzengeographie des West-Himalayas. Teil 1-3. In: Flora 160, 1971, 137-194, 373-432 u. 573-606.
- MIEHE, G.: Vegetationsgeographische Untersuchungen im Dhaulagiri- und Annapurna-Himalaya. Dissertationes Botanicae 66, 1/2. Vaduz 1982.
- : Khumbu Himal (Mt. Everest-Südabdachung, Nepal). Vegetationskarte 1:50 000 und Kommentar. In: Mitt. BFA f. Forst- u. Holzwirtschaft. Hamburg 180, 1989, 1-137.

- : Langtang Himal. Flora und Vegetation als Klimazeiger und -zeugen im Himalaya. A prodomus of the vegetation ecology of the Himalayas. Mit einer kommentierten Flechtenliste von JOSEF POELT. *Dissertationes Botanicae* 158. Stuttgart 1990.
- : Die Vegetationskarte des Khumbu Himal (Mt. Everest-Südabdachung) 1:50 000. Gefügemuster der Vegetation und Probleme der Kartierung. In: *Erdkunde* 45, 1991 (a), 81-94.
- : Der Himalaya, eine multizonale Gebirgsregion. In: WALTER, H. u. BRECKLE, S. W.: *Ökologie der Erde*, Bd. 4: Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen außerhalb Euro-Nordasiens. Stuttgart-New York 1991 (b), 181-230.
- MIEHE, S.: Natural vegetation types in the Karakoram Area in dependence of climatic humidity. In: *Abstracts International Symposium on the Karakoram and Kunlun Mountains, Kashgar, Juni 5-9, 1992*, 111.
- MUELLER-DOMBOIS, D. a. ELLENBERG, H.: *Aims and methods of vegetation ecology*. New York 1974.
- OHSAWA, M., SHAKYA, P. R. a. NUMATA, M.: Distribution and succession of West Himalayan forest types in the eastern part of the Nepal Himalaya. In: *Mountain Research a. Development* 6 (2), 1986, 143-157.
- OSMASTON, A. E.: Notes on the forest communities of the Garhwal Himalaya. In: *Journal of Ecology* 10, 1922, 129-167.
- PAFFEN, K. H., PILLEWIZER, W. u. SCHNEIDER, H.-J.: *Forschungen im Hunza-Karakorum*. Vorl. Ber. über d. wiss. Arb. d. Deutsch-Österr. Himalaya-Karakorum-Expedition 1954. In: *Erdkunde* 10, 1956, 1-33.
- PURI, G. S. et al.: *Forest Ecology*. Vol. II: Plant form, diversity, communities and succession. 2nd Ed. Delhi-Bombay-Calcutta 1989.
- RATHJENS, C.: *Mediterrane Beziehungen und Züge in der Landschaft Afghanistans*. In: *Die Erde* 89, 1958, 257-266.
- : *Fragen der horizontalen und vertikalen Landschaftsgliederung im Hochgebirgssystem des Hindukusch*. In: TROLL, C. (Hrsg.): *Landschaftsökologie der Hochgebirge Eurasiens*. *Erdwiss. Forsch.* 4, Wiesbaden 1972, 205-220.
- REIMERS, F.: *Untersuchungen zur Variabilität der Niederschläge in den Hochgebirgen Nordpakistans und angrenzender Gebiete*. *Beitr. u. Mat. z. Regionalen Geographie*, H. 6. TU Berlin 1992.
- SCHICKHOFF, U.: *Forest changes in the Karakoram*. In: *Proceedings of the „Culture Area Karakorum“-Workshop on „Problems of comparative high mountain research with regard to the Karakorum“*, 12.-14. 10. 1992, Tübingen (in Vorb.).
- : *Das Kaghan-Tal im Westhimalaya (Pakistan)*. Studien zur landschaftsökologischen Differenzierung und zum Landschaftswandel mit vegetationskundlichem Ansatz. *Bonner Geogr. Abh.* 87, 1993 (a).
- : *Interrelations between ecological and socio-economic change: the case of the high altitude forests in the Northern Areas of Pakistan*. In: *Pakistan Journal of Geography*, Vol. III, Nos 1 & 2, 1993 (b).
- SCHMIDT-VOGT, D.: *High altitude forests in the Jugal Himal (Eastern Central Nepal)*. Forest types and human impact. *Geoeological Research* 6, Wiesbaden 1990.
- SCHWEINFURTH, U.: *Über klimatische Trockentäler im Himalaya*. In: *Erdkunde* 10, 1956, 297-302.
- : *Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya*. *Bonner Geogr. Abh.* 20, 1957.
- : *Über kartographische Darstellungen der Vegetation des Himalaya*. In: *Erdkunde* 12, 1958, 120-125.
- : *The vegetation map of the Himalayas 1957: a quarter of a century later*. In: *Doc. de Cartogr. Ecol.* 24, 1981, 19-23.
- : *Mapping Mountains: Vegetation in the Himalayas*. In: *Geo Journal* 27 (1), 1992, 73-83.
- : *Vegetation und Himalaya-Forschung*. In: SCHWEINFURTH, U. (Hrsg.): *Neue Forschungen im Himalaya*. *Erdkundl. Wissen* 112, Stuttgart 1993, 11-29.
- STEWART, R. R.: *The flora of Rawalpindi district (West Pakistan)*. In: *Pakistan Journal of Forestry* 7, 1957, 237-300; 8, 1958, 13-111; 11, 1961, 51-63.
- Survey of India: One-Inch Series*, 1:63.360. Sheets 43 F/5, F/6, F/9, F/10, F/13, F/14, E/16, I/4, J/1. Calcutta 1912-45.
- TROLL, C.: *Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat*. Vegetationskarte der Nanga Parbat-Gruppe (NW-Himalaya) 1:50 000 mit Begleitworten. In: *Wiss. Veröff. d. Dt. Museums f. Länderkde. zu Leipzig N. F.* 7, 1939, 151-180.
- : *Die klimatische und vegetationsgeographische Gliederung des Himalaya-Systems*. In: HELLMICH, W. (Hrsg.): *Khumbu Himal*, Bd. 1. Berlin-Heidelberg-New York 1967, 353-388.
- TROUP, R. S.: *The silviculture of Indian trees*. 3 Vols. Oxford 1921.
- WALTER, H. u. WALTER, E.: *Das Gesetz der relativen Standortskonstanz, das Wesen der Pflanzengesellschaften*. In: *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 66, 1953, 227-235.
- WAPDA (Water and Power Development Authority, Pakistan): *Annual Report of River and Climatological Data, Vol. II a. III. Surface Water Hydrology Project*, Lahore 1971-80.
- WISSMANN, H. v.: *Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten*. In: *Erdkunde* 14, 1960, 249-272 u. 15, 1961, 19-44.

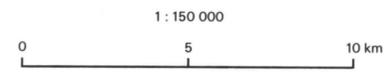
# Vegetationskarte des Kaghan, Westhimalaya (Pakistan)

Vegetation map of Kaghan, West Himalaya (Pakistan)

aufgenommen 1990 von Udo Schickhoff  
field work: Udo Schickhoff, 1990



- 10 000 — Höhenlinien (1000 ft), Angaben in ft, 100 ft ~ 305 m contours (1000 ft), values in ft, 100 ft ~ 305 m
- ▲ 4661 Höhenpunkt in m height in m
- Flüsse, Bäche rivers, streams
- Asphaltstraße metalled road
- unbefestigter Fahrweg unmetalled road
- Siedlungen settlements
- See lake



- nicht kartiert not mapped
  - Gletscher glaciers
  - Fels und Schutt rock and scree
  - Acker- und Weideland (incl. Weidegründe auf Waldlichtungen, ohne alpine Matten) farm- and rangelands (incl. grazing grounds on forest clearings, without alpine pastures)
- Baumgruppen tree clumps**
- Laubbäume deciduous trees
  - Koniferen conifers

- Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe plant communities of the alpine belt**
- Cyperaceen-Rasen (*Kobresia capillifolia*, *K. nitens*, *K. deasyi*) Cyperaceae-mats
  - Juniperus squamata* -Zwergstrauchheiden juniper dwarf shrub heaths
  - Rhododendron anthopogon* -Zwergstrauchheiden rhododendron dwarf shrub heaths

**Pflanzengesellschaften der montanen und subalpinen Stufe plant communities of the montane and subalpine belt**

- Salix* spp. -Krummholz willow-krummholz
- Betula utilis* -Wälder birch-forests
- Abies pindrow* -Wälder fir-forests
- Pinus mallichiana* -Wälder blue pine-forests
- Abies-Pinus* -Mischwälder mixed fir / blue pine-forests
- Cedrus deodara* -Wälder cedar-forests
- Artemisia maritima* -Steppen (incl. *Sambucus nighiana*, *Pteridium aquilinum* und *Aconogonum rumicifolium* -Fluren in feuchten Rinnen und Mulden) wormwood-steppes (incl. *Sambucus* - *Pteridium* - and *Aconogonum* - communities in moist depressions)
- Juniperus macrospora* -Haide pencil cedar-groves
- Myricaria bracteata* -Schotterfluren tamarisk-communities on riverside gravel
- Quercus baloot* -Wälder holm oak-forests
- Acacia modesta*-*Olea cuspidata* -Wälder acacia-Olive-forests
- Pinus roxburghii* -Wälder chir pine-forests

Kartengrundlage: Survey of India, One-Inch Series, 1:63 360, Sheets 43 F/5, 6, 9, 10, 13, 14, E/16, 1/4, J/1.  
Kartographie: Geographische Institute der Universität Bonn, G. Brüner-Jux, nach einer Vorlage von Dipl. Geogr. D. Kaltenbach, Freckenfeld.  
Druck: Landesvermessungsamt NW, Bonn-Bad Godesberg, 1993.  
Hergestellt und gedruckt mit Unterstützung des Schwerpunktprogramms "Kulturraum Karakorum" (Culture Area Karakorum - Project) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).