

Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 50 (1995)

Heft: 2

Artikel: Beitrag zur Kenntnis der subalpinen Wüsten-Vegetation im Einzugsgebiet des Indus von Ladakh (Indien)

Autor: Hartmann, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-879473>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Beitrag zur Kenntnis der subalpinen Wüsten-Vegetation im Einzugsgebiet des Indus von Ladakh (Indien)

HANS HARTMANN

ZUSAMMENFASSUNG

HARTMANN, H. (1995). Beitrag zur Kenntnis der subalpinen Wüsten-Vegetation im Einzugsgebiet des Indus von Ladakh (Indien). *Candollea* 50: 367-410. Auf Deutsch, deutsche und englische Zusammenfassungen.

Das Industal gehört zu den trockensten Gebieten Ladakhs. Die dazugehörige Vegetation der subalpinen Stufe ist im vorliegenden Bericht als Wüsten-Vegetation beschrieben. Die zwischen 3160 mNN und 4050 mNN durchgeführten Vegetationsaufnahmen sind in einer Tabelle zusammengefasst, in der sich auf floristischer Grundlage drei Varianten unterscheiden lassen. Nebst einer Beschreibung der Gesellschaften in bezug auf die floristische Zusammensetzung, Struktur, Lebensformen und Standortbedingungen, wird in den einzelnen Gebietsabschnitten kurz die Eigenart von Flora und Vegetation vorgestellt. Die Besonderheit des Klimas im grösseren geographischen Rahmen wird gebührend berücksichtigt. Als Grundlage zur Orographie und für die Eigenschaften der Rohböden finden die geologischen Gegebenheiten Beachtung. Begriffe wie "Halbwüste" und "Wüste" werden auch im Verhältnis zu anderen ariden Gebieten diskutiert. An verschiedenen Stellen im Industal kann der Vegetationswechsel im Grenzbereich zur alpinen Stufe in 4100-4200 mNN (im Westen) bzw. 4300-4400 mNN (im Osten) dokumentiert werden.

ABSTRACT

HARTMANN, H. (1995). Contribution to the knowledge of the subalpine desert vegetation in the Indus drainage basin of Ladakh. *Candollea* 50: 367-410. In German, German and English abstracts.

The Indus Valley (India, Kashmir) belongs to Ladakh's most arid areas. The corresponding vegetation of the subalpine belt is described in the present report as a desert vegetation. The results of phytosociological records carried out between 3160 mNN and 4050 mNN are summarized in a table which shows three variants on a floristical basis. In addition to a description of the plant communities regarding floristical composition, structure, life forms and site conditions, the character of flora and vegetation is briefly represented in different parts of the Indus Valley. Moreover remarks are given to the special feature of the climate within a wider geographical compass. As a base to orography and to the features of the bare mineral soils geological facts are outlined. Terms such as "semi desert" and "desert" are discussed also in relation with other arid regions. The vegetation change in the transition to the alpine belt (4100-4200 mNN in the West, 4300-4400 mNN in the East) is described at different localities in the Indus Valley.

KEY-WORDS: Phytosociology — Floristics — Subalpine desert — Indus Valley — Ladakh — India.

1. Einleitung

Ladakh ist zum grösseren Teil ein arides und semiarides Gebirgs- oder Hochgebirgsland. Nach OSMASTON (1990) werden nur gerade 160 km² der Landfläche kultiviert, was ungefähr 1/4% der Gesamtfläche entspricht. Nur durch künstliche Bewässerung ist der Anbau von Getreide, Gemüse und Obst möglich. In diesem Sinn sind alle Siedlungen des Landes als Oasen zu betrachten. Die verschiedenen Steppen-Gesellschaften bis zu Halbwüsten ausserhalb der Oasen sowie alpine Rasen-Gesellschaften in westlichen, südlichen und östlichen Landesteilen, allesamt als Weide (besonders

für Schafe, Ziegen, Dzo und Yak) genutzt, sind Gegenstand früherer Mitteilungen (HARTMANN, 1983, 1987, 1990).

Mit den vorliegenden Aufzeichnungen wird versucht, von Flora und Vegetation der subalpinen Stufe im Industal einen Eindruck zu vermitteln. In diesem Teil des Landes werden die geringsten Niederschläge verzeichnet, weshalb das Pflanzenleben einer Wüste entspricht, einem Lebensraum jedenfalls, in dem es zwischen der einigermaßen klar fassbaren Artengarnitur und einer extremen Wüste ohne Gefäßpflanzen alle Übergänge gibt.

Wie in den früheren Arbeiten erfolgte die quantitative Erfassung der Pflanzenbestände nach der Artmächtigkeitsskala von Braun-Blanquet (HARTMANN, 1987). Ebenso wurden für alle aufgeführten Arten die Raunkiaerschen Lebensformtypen beigefügt; damit ergab sich auch hier die Möglichkeit, Lebensformspektren zu berechnen und in Diagrammen darzustellen (Abb. 3). An zahlreichen Örtlichkeiten konnte auch in der Wüste die Carbonatprobe mit verdünnter Salzsäure durchgeführt werden. Die pH-Messung mit Glaselektrode erfolgte in einer Aufschlämmung mit 0.1-m Kaliumchlorid (KCl)-Lösung.

Nebst den in Stetigkeitsklassen zusammengefassten Befunden aus dem Jahr 1976 wurden die Feldarbeiten zu den übrigen Aufnahmen jeweils im Sommer 1987 and 1992 ausgeführt. Für die 1992 unternommenen Exkursionen konnte ein Teil des Beitrages aus dem Alpenblumenfonds der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft eingesetzt werden, wofür ich an dieser Stelle bestens danke.

Die graphische Darstellung der Lebensformspektren verdanke ich meiner Tochter Ursina Hartmann.

2. Arbeitsgebiet

2.1. Lage und Begrenzung (Abb. 1)

Der in Tibet entspringende Indus River durchfließt Ladakh, das politisch zum Bundesstaat Kashmir & Jammu gehört, auf eine Distanz von über 400 km diagonal von Südosten nach Nordwesten. Dabei folgt er ziemlich genau dem Südrand der Ladakh-Kette (Ladakh Range), welche die nordwestliche Fortsetzung des Transhimalaya darstellt.

Aus militärischen Gründen ist das Industal Nicht-Indern auch heute noch nur im Abschnitt zwischen Khalsi und Upshi, auf einer Strecke von etwa 120 km, zugänglich. Als eigentliches Kernland gilt das Obere Ladakh von Basgo bis Upshi mit der Hauptstadt Leh. Zum Unteren Ladakh gehören die Gebiete von der Hochfläche südlich Likir indusabwärts, in unserem Fall bis Khalsi (Abb. 1). Bis zur pakistanischen Grenze im Nordwesten sind es noch weitere 80-100 km. Von Upshi bis zur Grenze im Osten misst die Luftlinie gar über 200 km!

Da Upshi auf etwa 3380 mNN liegt und Khalsi immer noch eine Meereshöhe von ca. 3080 m erreicht, beträgt das Gefälle des Indus in diesem Abschnitt an die 300 m. Sämtliche Örtlichkeiten im Untersuchungsgebiet liegen infolgedessen höher als 3000 mNN.

Weil die südlichen Seitentäler meist eher steil ins Haupttal münden, reicht die Wüstenvegetation nicht sehr weit in diese Schluchten hinein; die obere Grenze der subalpinen Stufe ist relativ rasch erreicht. Anders verhält es sich z.B. für das längere Seitental, das bei Upshi mündet und die Randketten der Zaskar Mountains auch schluchtartig, aber mit geringerem Gefälle durchbricht. Dort lässt sich die subalpine Wüste bis ins Gebiet östlich von Runtse nachweisen.

Auf der rechten Talseite sind die Verhältnisse im Unteren Ladakh insofern verschieden, als dort, insbesondere zwischen Likir und Khalsi, die Wüste sich vom Indus aus einige Kilometer weiter nach Norden erstreckt. Die Molasse-Schichten enden in diesem Gebiet etliche Kilometer nördlich des Indus. An der Kontaktlinie zum Granit der Ladakh-Kette verbinden relativ flache Pässe, welche die 4000 m-Linie kaum übersteigen, die dazwischenliegenden Seitentäler mit den Oasensiedlungen (s. unten).

2.2. Klimaverhältnisse

Über die Änderung des Klimas, die von Srinagar kommend entlang der sog. Kashmirroute bis ins Industal nach Leh zu erwarten ist, konnte bereits in einem früheren Bericht ausführlicher

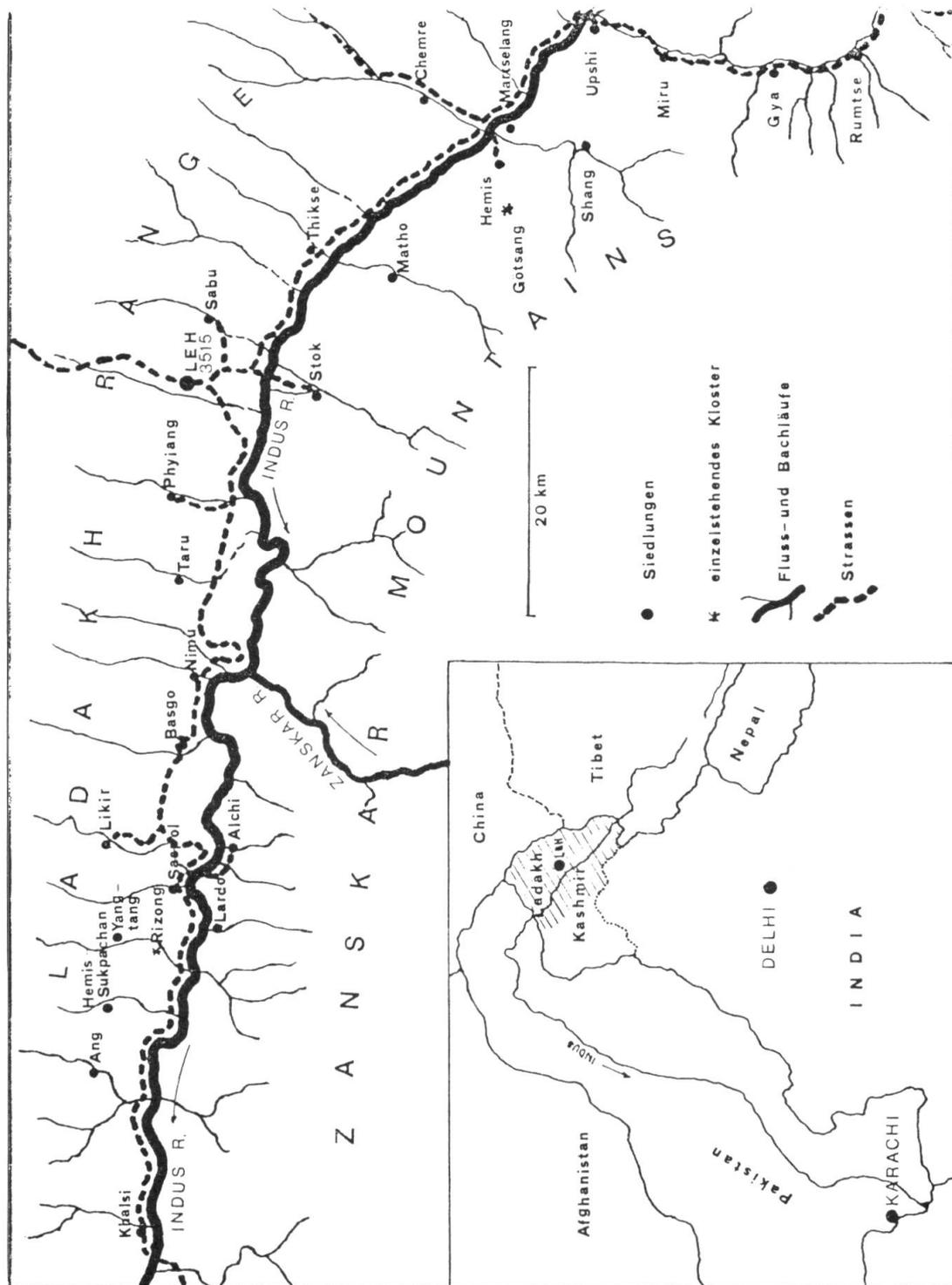


Abb. 1. — Skizze des Industriales zwischen Upshi und Khalsi.

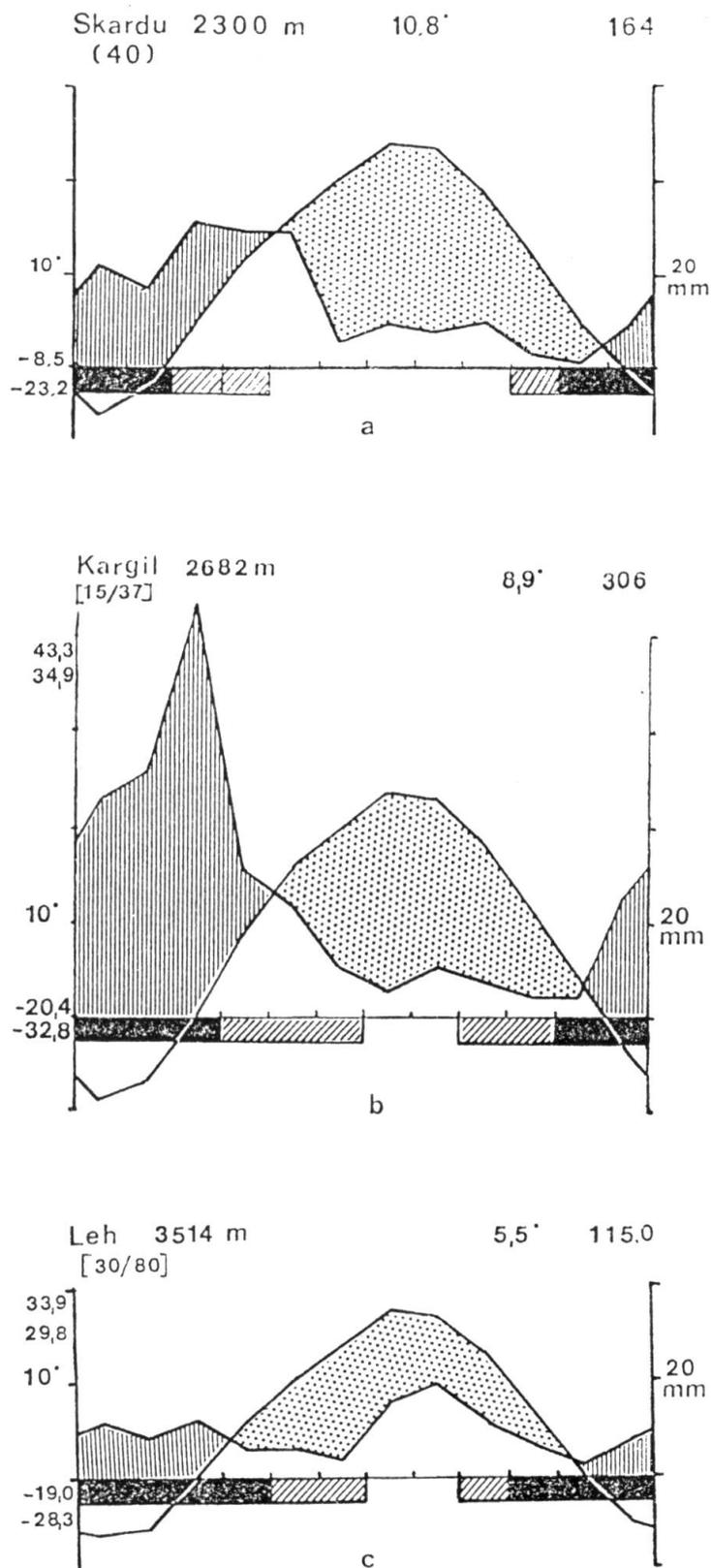


Abb. 2. — Klimadiagramme (i. Sinne v. WALTER & al., 1975) der Stationen Skardu (a), Kargil (b) und Leh (c).

orientiert werden (HARTMANN, 1983). Klimadiagramme im Sinne von WALTER & al. (1975) veranschaulichen einerseits die enorme Wirkung des Himalaya-Hauptkammes als Niederschlagschranke (Sonamarg, Dras, Kargil) und dann die nach Osten weiter zunehmende Aridität bis ins Industal (Abb. 2). Dabei ist das selbst in Kargil (Abb. 2b) noch auffallende Niederschlagsmaximum im Winter in der Niederschlagskurve von Leh (Abb. 2c) nicht mehr nachweisbar.

Je nach Auswahl der Messperiode werden für Leh jährliche Niederschlagssummen von 75 mm (Schrenk, 1939 in SCHWEINFURTH, 1957), 83 mm (PITHAWALLA, 1953) und 115 mm ("Climatological Tables of Observatories in India", 1931-1960) angegeben. Weil die geringen Niederschläge einigermaßen gleichförmig über das Jahr verteilt sind, fällt in dieser Höhenstufe im Industal nur wenig Schnee, der an südexponierten Stellen durch die starke Einstrahlung gewöhnlich nicht lange liegen bleibt. Die Wintertemperaturen erreichen aber trotz der höheren Lage von Leh bei weitem nicht die tiefen Werte von Dras, ja nicht einmal jene des 800 m tiefer gelegenen Kargil. Die eigentliche Dürrezeit jedoch übertrifft mit ca. 8 Monaten jene im Drastal um das Doppelte.

Nach Osten hin, wie auch in südöstlicher Richtung indusaufwärts, nimmt die Trockenheit trotz zunehmender Meereshöhe weiterhin zu. Für Geer (Gar) in Tibet, in direkter Verlängerung des oberen Industales, wird von Song Yongchang (in DICKORÉ, 1991) noch eine mittlere jährliche Niederschlagssumme von 60 mm angegeben, und dies auf 4278 mNN, praktisch genau soviel wie im extrem trockenen Kashgar (Kashi) auf der Nordseite des Karakorum, dort allerdings 3000 m tiefer! Selbst das absolute Minimum in der Temperatur liegt auch in Geer noch viel höher als in Dras! Indessen fallen die Hauptniederschläge im Vergleich zu Leh noch etwas deutlicher im Hochsommer.

Für das Industal weiter flussabwärts, im benachbarten Pakistan, stehen Daten der Station Skardu zur Verfügung, die in Fig. a (Abb. 2) in ein Walter'sches Klimadiagramm umgezeichnet wurden. Von Leh aus liegt Skardu in nordwestlicher Richtung etwa 220 km (Luftlinie!) entfernt und ca. 1200 m tiefer. Mit 10.8°C ist die mittlere Jahrestemperatur doppelt so hoch wie in Leh, der Jahresverlauf der Temperatur etwas höher, die mittlere jährliche Niederschlagssumme um rund 50 mm erhöht und die Aridität um etwa einen Monat verlängert. Die Niederschläge fallen aber zur Hauptsache im Winter und Frühjahr; sie dürften wohl als letzte Ausläufer mediterraner Winter-Frühjahrs-Niederschläge gedeutet werden. Deren Wirkung nimmt im Raum des nordwestlichsten Himalaya ganz allgemein von Südwesten nach Nordosten und von Nordwesten nach Südosten hin ab. In Leh ist diese Wirkung nicht mehr vorhanden. Das wenig ausgeprägte Niederschlagsmaximum im Sommer kann nur monsunal bedingt sein. Obwohl die geringen Niederschlagsmengen schon immer von Jahr zu Jahr beträchtlich schwanken konnten, scheinen die Sommerregen im Laufe der letzten Jahre häufiger und gegenüber dem Mittel ergiebiger gewesen zu sein.

Entsprechend dem mittleren Maximum des wärmsten Monats von ungefähr 30°C können die Sommertage im Industal unangenehm heiss werden; in der Nacht jedoch folgt in der Regel eine erfrischende Abkühlung. Fröste aber sind über die Hochsommer-Monate in der subalpinen Stufe des Industales keine zu erwarten.

Im Winter wird von starken Winden berichtet (MINKE, 1986), die oft zu heftigen Stürmen anwachsen. Auch im Sommer sind starke Talwinde, die sich zu eigentlichen Staub- und Sandstürmen steigern können, nicht selten.

Wie überall in Ladakh und ebenso im benachbarten Baltistan (Pakistan) ist auch im Industal in den höheren Lagen eine Zunahme der Niederschläge zu erwarten. Leider liegen auch heute noch keine genaueren Daten aus der alpinen Stufe vor. Indessen dürfte jedem Reisenden kaum entgehen, wie besonders im Juli, weniger häufig auch noch später, die Hochlagen oft bis gegen 4000 m herab von Wolken verhüllt sind, Niederschläge fallen und die aktuelle Schneegrenze dann plötzlich wieder weiter nach unten verschoben ist, während im Talbereich andauernd schönes Wetter herrscht. Diese Unterschiede in den Feuchtigkeitsverhältnissen müssen sich auch in der Vegetation auswirken (s. unten).

Dass die Bedingungen diesbezüglich aber nicht überall im West-Himalaya gleichartig und so einfach sind, hat SCHICKHOFF (1993) mit seiner klimaökologischen Differenzierung im Kaghan-Tal gezeigt, wo das Verhältnis zwischen monsunalen und Winter-Frühjahrs-Niederschlägen mit zunehmender Höhe ü. M. sich derart ändert, dass die Jahressumme und insbesondere die Niederschläge während der Vegetationsperiode abnehmen, wodurch die Vegetation an den Sonnhängen

von der oberen montanen bis in die subalpine Stufe mit den *Artemisia brevifolia-Juniperus macropoda*-Steppen einen deutlich xerophileren Charakter besitzt.

2.3. Zur Abgrenzung der subalpinen Stufe

Es ist früher bereits dargelegt worden, wie die Höhen- oder Vegetationsstufen in Ladakh von Westen in östlicher bis nordöstlicher Richtung zum Industal hin ansteigen (HARTMANN, 1983, 1987). So ist dieser Anstieg anhand der klimatischen Schneegrenze aus der Karte von WISSMANN (1961) über den Verlauf der Isochionen in Hochasien bereits deutlich erkennbar: an der Westgrenze Ladakhs, am Himalaya-Hauptkamm verläuft die klimatische Schneegrenze bei 4600-4800 mNN, im Industal aber etwa 1000 m höher!

Für die obere Grenze der subalpinen Stufe (= untere Grenze alpine Stufe) ist im allgemeinen der Verlauf der Wald- oder Baumgrenze ausschlaggebend. Am Zoji La (W-Grenze Ladakhs zwischen Sonamarg und Dras) wird diese Grenze mit letzten Beständen von *Betula utilis* zwischen 3500 und 3600 mNN erreicht. Damit stimmt der aktuelle Befund gut mit der theoretischen Aussage von WISSMANN (1961) überein, wonach das Mittel der Abstände zwischen Schnee- und Baumgrenzhöhe (= Mächtigkeit der alpinen und subnivalen Stufe!) im südlichen und östlichen Hochasian rund 1000 m betragen soll. So ergibt sich grundsätzlich die Möglichkeit, die wichtige "Grenzlinie" zwischen subalpinen und alpiner Stufe auch im waldlosen Bergland von Ladakh annähernd zu ermitteln.

Mit zunehmender Aridität aber weicht der Anstieg der Schneegrenzfläche stärker vom Anstieg der Isothermenfläche des wärmsten Monats nach oben hin ab. Nach WISSMANN (1961) läuft die Obergrenze der subalpinen Stufe in Trockengebieten anscheinend den Isothermenflächen des wärmsten Monats von 8°C parallel. Für Zentralasien wird im Kulminationsgebiet der Schneegrenze von 6400 m die 10°-Isotherme des wärmsten Monats bei 4400 m angenommen. Nach dem gleichen Autor wäre in kontinentalen Gebieten mit starken Tageschwankungen und hohen Mittagstemperaturen im Hochsommer Baumwuchs bis zur 8°-Isotherme des wärmsten Monats zu erwarten. Wird nun eine Temperaturabnahme von 0.5° pro 100 m angenommen, so ist der Verlauf dieser Isotherme und damit die Grenze subalpin/alpin bei ca. 4800 m zu vermuten. Diese Grenze liegt somit bis zu ca. 1600 m unterhalb der kulminierenden Schneegrenzfläche.

Im Untersuchungsgebiet des Industales liegen die tiefsten Aufnahmeorte bei Khalsi, in einem Gebiet, dessen Schneegrenzhöhe näher bei der 5600 m-Isochione liegt. In den östlichen Landesteilen von Upshi bis Rupshu verläuft die klimatische Schneegrenze nahe der 5800 m-Linie! Angenommen, die oben erwähnte Differenz betrage anstelle von 1600 m nur etwa 1400-1500 m, weil das Untersuchungsgebiet ja noch ziemlich weit von der kulminierenden Schneegrenzfläche entfernt ist, so ergibt dies für die obere Grenze der subalpinen Stufe eine Höhe von 4100-4200 m im Westen und 4300-4400 m im Osten!

Diese Ergebnisse decken sich weitgehend mit den Befunden, die vor allem aufgrund des Artenwechsels und der Änderung des Deckungsgrades (Vegetationsbedeckung) erhalten werden. Detailliertere Beschreibungen vom Grenzbereich zur alpinen Stufe vermittelt Kap. 5.

Dass eine Erfassung der Höhen-bzw. Vegetationsstufen allein mit Hilfe einzelner charakteristischer Arten von der collinen bis zur subnivalen Stufe über eine Distanz von mehr als 200 km möglich ist, hat DICKORÉ (1991) für die Nordseite des Karakorum und den Kunlun Shan gezeigt. Auf rein floristischer Grundlage ist ihm die Abgrenzung der Vegetationsstufen vom extrem ariden Tiefland am Rande der Takla Makan (1300 m) bis auf 5200 mNN, nahe der Nordflanke des K2, gelungen.

Eine untere Grenze bzw. ein Grenzbereich subalpin-montan ist im Untersuchungsgebiet nicht auszumachen. Über genauere Kenntnisse der folgenden Talabschnitte indusabwärts verfügen wir nicht. Selbst mit dem besser bekannten Gebiet von Skardu (Pakistan) sind eingehendere Vergleiche unmöglich. Aufgrund von Angaben in der Flora of West Pakistan von STEWART (1972) dürften zahlreiche gemeinsame Arten zu erwarten sein. Wir wissen jedoch zu wenig über die floristischen Besonderheiten. Fest steht nur — nach einem eigenen kurzen Augenschein aus dem Jahr 1962 — dass das weite Talbecken von Skardu ausserhalb von bewässertem Land einen nicht weniger wüstenhaften Eindruck hinterlässt als das Industal in Ladakh!

2.4. Geologische, orographische und Bodenverhältnisse

In einem beträchtlichen Teil Ladakhs — wie auch im Arbeitsgebiet — folgt der Indus River dem südwestlichen Rand der Ladakh Range. Diese Bergkette besteht aus einem hellen Granit; deren höchste Gipfel überragen die 6000 m in der Regel nur wenig. Die Flussrichtung ist hier geologisch-tektonisch vorgegeben und markiert gleichsam die wichtige Haupt-Sutur-Linie zwischen dem indischen Kontinent und Eurasien. Dem Ladakh-Granit liegen — einigermaßen dem Flusslauf folgend — mächtige Molasseschichten auf, die am Rand meist nach Südwesten einfallen. So tritt die Indus-Molasse (Eocaen-Miocaen) im Oberen Ladakh in markanten Schichtköpfen vorwiegend auf der linken Talseite zutage. Deshalb sind die Berghänge der randlichen Zanskar Mountains im allgemeinen steiler und felsiger als jene der Ladakh-Kette auf der gegenüberliegenden Talseite (Photo 1).

Faszinierende Einblicke in den Bau und die Schichtfolge der Indus-Molasse vermittelt jeweils eine Wanderung durch eines der schluchtartigen Seitentäler wie z.B. südlich Stok, Matho oder besonders Martselang und Upshi (Photo 21). Die wechselnden Sedimentserien, durch intensive Faltung oft wiederholt anzutreffen, präsentieren eine reichhaltige Palette an Molassegesteinen: graue und grünliche Sandsteine unterschiedlicher Körnung wechseln mit roten, grünen und dunkelfarbigem, verschieden harten Tonschiefern. Aber auch bunte Konglomerate, Arkosen und mergelartige Schichten sind anzutreffen. Die meisten dieser Gesteine, vor allem die härteren, lassen sich auf den Schuttkegeln unterhalb der Mündung ins Haupttal als \pm gut gerundete Gerölle wiederfinden (Photo 18). Die riesigen flachen Schuttfächer auf der linken Talseite prägen das Landschaftsbild zwischen Hemis und Stok besonders eindrücklich.

Ungefähr im gleichen Abschnitt, bzw. westlich von Hemis bis etwa zur Linie südlich Phyang, ist das Tal auf eine Länge von mindestens 20 km um einige Kilometer erweitert. Der Indus, in zahlreiche mäandrierende Adern aufgeteilt, hat auf diesem Teilstück das geringste Gefälle. Natürlich bewässerte Rasen am Rande der Schotterebene und zwischen den Wasserläufen, hie und da von auenartigem Sanddorn-Gebüsch unterbrochen, werden als Weide genutzt.

Anders als auf der linken Talseite, wird die rechte Seite vor allem von bis zu 300 m sanft ansteigender Sandwüste eingenommen, die durch seitliche, bis an den Rand der Schotterebene reichende Felsgruppen der Ladakh Range in einzelne Felder gegliedert ist (Photo 2).

Südlich Phyang ändert sich das Bild. Bis zur Mündung des Zanskar Rivers hat sich der Fluss schluchtartig in die Indus-Molasse eingefressen (Photo 3). Nach der Vereinigung der beiden größten Flüsse Ladakhs folgt das letzte grössere Talbecken von Nimu. Ein endgültig schluchtartiger Verlauf wird dem Indus dann von Saspol an aufgezwungen.

In diesem Abschnitt des Unteren Ladakh erstreckt sich die Indus-Molasse in nordöstliche Richtung einige Kilometer über den Indus hinaus. Ungefähr entlang der Kontaktzone mit dem Ladakh-Granit verläuft die alte Karawanenroute, der sog. "obere Weg" von Kashmir nach Leh.¹ Nach der Darstellung in OSMASTON (1990) muss hier ein eiszeitlicher Gletscher ein parallel zum heutigen Indus verlaufenes Tal geformt haben. Die Molasseschichten sind nun zwischen Likir und Khalsi bzw. Ang von felsigen Querschluften zerschnitten. Wo diese am oberen Ende beginnen, trifft man auf Siedlungen wie Yangtang, Hemis Sukpachan und Ang, die gegenüber dem Indus etwa 500 m höher liegen. Diese Oasen sind jeweils über flache Pässe, die noch den einstigen Talboden andeuten und die alpine Stufe nicht erreichen, untereinander verbunden (Photos 10, 11).

Bei den Böden der subalpinen Wüste im Industal handelt es sich ausschliesslich um Rohböden, die einem Yermosol, Xerosol (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1992) oder den grauen Halbwüstenböden im Sinne von GANSSSEN (1968) nahestehen. Da die Humusbildung überall äusserst gering bleibt, ist ein eigentlicher Humushorizont kaum nachweisbar, mindestens nicht von blosserem Auge. Auch weitere Horizonte lassen sich im frisch gegrabenen Profil in der Regel nicht deutlich unterscheiden. Je nach Lage der Untersuchungsflächen (Hang, Hangfuss, Ebene) und des Gesteinsuntergrundes (Granit, Schiefer, Sandstein u.a.) wechselt das eigentliche Substrat. Von reinen Steinböden bis zu reinen Sandböden ist alles möglich. Kurze Hinweise darüber finden sich in der Beschreibung der Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen.

¹Die neue Strasse führt von Khalsi aus durch die Schlucht dem Indus entlang.

Eine Sichtung aller gesammelten Bodenproben lässt eine Eigenschaft deutlich hervortreten: ohne Ausnahme ist in allen Proben ein Carbonatgehalt nachgewiesen worden. Deshalb zeichnen sich die entsprechenden Substrate — und vermutlich alle Wüstenböden dieser Höhenstufe — durch eine alkalische bzw. basische Reaktion aus. Dementsprechend variieren die pH-Werte zwischen 7.2 und 8.0.

Von 20 Aufnahmeorten zwischen 3450 und 3810 mNN der Tabelle 1 (1-37) sowie von zwei weiteren Aufnahmeflächen, die nicht in der Tabelle aufgeführt sind, ist das Ergebnis der Carbonatprobe (mit verd. Salzsäure) wie folgt: nur einmal war die Reaktion sehr schwach, dreimal war sie deutlich, aber eher schwach und in allen übrigen Proben fiel die Reaktion vorwiegend stark bis sehr stark aus. Die pH-Werte der gleichen 22 Proben variieren zwischen 7.2 und 7.9, bei einem Mittel von 7.5 (KCl).

In Kolonne A und B (Tab. 1) sind die 13 Aufnahmen aus der früheren Studie (HARTMANN, 1983) zusammengefasst. Die entsprechenden Örtlichkeiten liegen einerseits zwischen Khalsi und Alchi in der Indusschlucht und andererseits in der Umgebung von Leh, insgesamt zwischen 3160 und 3690 mNN. In 12 Proben war die Carbonatreaktion vorwiegend stark bis sehr stark, nur einmal eher schwach. Die pH-Werte aus 10 Proben variierten zwischen 7.3 und 8.0 beim Mittel von 7.7 (KCl).

Für unser Gebiet ist folgende Tatsache von Interesse: sowohl die Stärke der Carbonatreaktion als auch die Höhe des pH-Werts sind unter den stark ariden Bedingungen sowie den geologischen Grundlagen nicht in erster Linie eine Frage des Carbonatgehalts der Gesteine. Die vorherrschenden Sandsteine und Schiefer dürften bestenfalls gelegentlich etwas Calcium- oder andere Carbonate enthalten, der Ladakh-Granit ist natürlich carbonatfrei. Ungeachtet des Muttergesteins können Carbonatreaktion und pH-Wert aber auch auf reinem Granituntergrund sehr hohe Werte erreichen. Hauptursache dafür sind Vorgänge, die unter dem Begriff "Carbonatisierung" (calcification) zusammengefasst werden. Einerseits entstehen dabei aus silikatischen Verbindungen durch Hydrolyse Hydroxide der Alkali- und Erdalkalimetalle, die dann wegen fehlender Auswaschung durch Einwirkung von CO₂ aus der Luft in Carbonate umgewandelt werden. Andererseits kann es zu einer sekundären Calciumcarbonat-Bildung und -Anreicherung kommen, wenn aufsteigendes Wasser in ariden Gebieten laufend verdunstet und dadurch immer wieder Ca-hydrogencarbonathaltiges Wasser nachgezogen wird. An der Oberfläche sichtbare Salzbildungen sind relativ selten und nur kleinflächig anzutreffen. Verbrackte Stellen finden sich in der Nähe von Wasserläufen und an Quellhorizonten.

3. Die Vegetation als Halbwüste oder Wüste?

MEEBOLD (1909), der seine "botanische Reise durch Kashmir" im Sommer 1905 ausgeführt hat, erklärt nach der Wanderung von Leh indusabwärts, dass der Wüstencharakter der Berge bis Skardu derselbe bleibe. SCHWEINFURTH (1957) hat — vor allem aufgrund der Arbeiten von TROLL (1939) am Nange Parbat — die Vegetation im Industal aufwärts bis Leh der "subtropischen Wüstensteppe (subtropical semi-desert)" zugeordnet; es ist kurz auch von der "Halbwüste" die Rede. An anderer Stelle wird allerdings nicht verschwiegen, dass Skardu in reiner Sandwüste liege. Es stellt sich deshalb die Frage, ob die Bezeichnung "Wüste" für die Höhenstufe montan-subalpin nicht ebenso gerechtfertigt oder besser sei?

3.1. Stellung und Kriterien zur Abgrenzung im Vergleich zu anderen ariden Gebieten

Wenn wir die Gelegenheit nutzen, in Indien ausserhalb des Himalaya die aridesten Landesteile kennen zu lernen, so ist vermutlich eine Querung Rajasthans in westlicher Richtung unumgänglich. Man wird dabei insofern überrascht sein, als die sog. Thar-Wüste auf weite Strecken viel eher einer Savanne gleicht und einen weit weniger wüstenhaften Eindruck erweckt als etwa das Industal in Ladakh. Die sehr relative Anwendung des Begriffs "Wüste" ist in der Literatur weitverbreitet. So bezeichnen z.B. DURANI & al. (1975) — von Kashmir kommend — bereits das Gebiet von Dras

Tabelle 1: Vegetation der subalpinen Wüste im Industrial von Ladakh

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	A	B
Aufnahme-Nr. : 93-94 (+100), übrige (+200)	90	89	84	94	91	83	72	75	93	92	87	74	71	88	85	86	80	13	14	81	78	70	77	24	47	48	17	16	50	23	79	18	20	21	49	22	46	*	*
Höhe mN (x 10)	375	372	376	355	375	372	402	385	355	350	365	405	380	370	375	372	354	378	381	356	360	405	355	357	370	373	364	365	370	355	355	378	345	345	373	346	363	*	*
Exposition	NE	NE	SE	NW	N	SW	N	SW	NW	NW	NE	S	E	SE	SSE	W	NW	NNE	SW	S	N	SE	E	NW	N	NE	S	SE	E	NW	E	NE	NE	SE	ENE	SE	*	*	
Neigung (Grad)	35	30	20	15	30	25	30	20	20	30	25	30	20	20	20	15	30	25	25	15	5	20	10	25	30	15	10	10	20	10	10	15	10	10	25	10	5	*	*
Deckungsgrad (%)	10	10	15	15	7	10	15	<10	7	7	25	15	<10	15	20	20	<15	15	7	<10	10	10	<10	10	15	15	5	10	5	5	10	5	5	10	5	15	10	5-10	3-5
Aufnahmefläche (m ²)	150	150	150	150	150	150	100	100	100	150	150	100	150	150	150	150	150	150	150	150	150	100	200	100	150	150	150	150	150	200	150	150	150	100	150	150	150	150	150
Artenzahl	7	6	13	16	5	10	12	10	8	9	8	10	9	8	5	6	14	7	9	8	8	9	4	12	13	16	9	14	16	10	13	12	12	9	11	10	15	(6)	(4)

Varianten	I										III										II																			
1. Differentialarten-Gruppe																																								
Ch Artemisia brevifolia Wall.s.l.	r	+	1	+	1	1	
H Piptatherum gracile Mez. ex P.	.	.	+	+
Ch Krascheninnikovia ceratoides (L.) Gueldenb.	2	2	+	.	1	+	
G (H) Christolea crassifolia Camb.	2	2	.	.	+	
H (Ch,G) Lactuca orientalis Boiss.	+	+	
H Corydalis flabellata Edgew.	+	(+)	.	.	1	
Ch,H Nepeta leucolaena Benth.ex Hook.f.		
Ch Polygonum paronychioides C.A.Mey.		
H Platytrochium lasiocarpum Rech.f.et Riedl ssp. 1)		
2. Differentialarten-Gruppe																																								
H,G Crepis flexuosa (DC.)Benth.et Hook.f.		
H Chesneya cuneata (Benth.)Alf	
G Echinops cornigerus DC.	
H Erodium tibetanum Edgew.	
H (T) Arnebia guttata Bunge	
T Chenopodium botrys L.	
T Polygonum rotboelliioides J.et Sp./polyc. 2)	
3. Häufige und charakteristische Arten der Wüste																																								
H Stipa orientalis Trin.	
H (G) Nepeta floccosa Benth.	1	
H Stipa himalaica Roshev.	
Ch Tanacetum fruticosum Ledeb.	
Ch Stachys tibetica Vatke	
H (G) Matthiola flavida Boiss.	
Ch Haloxylon thomsonii Bunge	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch,G Ephedra regeliana Florin		
Ch,H,G Euphorbia tibetica Boiss.		
T Halogonon glomeratum C.A.Mey.		
Übrige Arten																																								
H Mattiastrium himalayense Brand		
H (G) Cicer microphyllum Benth.		
G (H) Physoclaina praesalta (D.Don)Hook.f.		
T Salsola kali L.ssp.ruthenica (Jiljin)Soó		
T Bassia stellaris (Moq.)Borm.		
T Bassia fiederlii Aellen		
T Nepeta annua Pallas		
T Chenopodium album L.		
G,H Pennisetum flaccidum Griseb.		
T Cuscuta capitata Roxb. auf Stachys!		
H Elymus longearistatus (Boiss.)Tzvel.ssp.3)		
Ch Astragalus oplites Benth.		
Ch (G) Silene moorcroftiana Wall.		
G Rheum tibeticum Maxim.		
H Youngia tenuifolia (Willd.)Bab.et Steb.ssp.4)			
Ch Capparis spinosa L.		

1) ssp.thomsonii (Clarke)Rech.f.et Riedl
 2) Polygonum polycnemoides Jaub.et Spach
 3) ssp.canaliculatus (Nevski)Tzvel.
 4) ssp.diversifolia (Ledeb.)Babc.et Steb.

Außerdem je einmal vorhanden in Aufnahme der Tabellen-Nr.:

- 4: NP Rosa webbiana Wall.ex Royle +
- H,T Sisymbrium brassiciforme C.A.Mey. r
- 7: Ch Minuartia kashmirica (Edg.)Mattf. +
- 8: H Oxytropis microphylla (Pallas)DC. +
- 12: H Horacium pinnatum G.B.Clarke +
- 14: Ch Kochia prostrata (L.)Schrad. +
- 19: Ch Acantholimon lycopodioides Boiss. r
- 22: H Campanula pallida Wall.var.tibetica (Hk.f.et Th.)Hara r

an als "Ladakh desert". Ein schönes Beispiel für die oft subjektive Beurteilung einer Landschaft gibt SCHWEINFURTH (1957): "Von Kashmir kommend war Meebold beeindruckt vom tibetischen Landschaftseindruck um Suru — aus Tibet kommend war Stewart überrascht vom grünen Aspekt der Hänge um Suru!"

Die extremste Fassung des Begriffs, Wüsten als Landschaften oder Gebiete ohne pflanzliches Leben aufzufassen, ist in der Vegetationskunde nicht üblich. Im Gegensatz zu anderen Vegetationsformationen wird die Physiognomie einer Wüste durch das Gesteinssubstrat bestimmt (Sand, Schutt, Geröll, Fels u.a.) und nicht durch die Pflanzendecke. Der geringe Deckungsgrad bzw. die sehr lückenhafte Vegetation ist wohl das auffälligste Merkmal. Mit zunehmender Aridität "kontrahiert" sich die Vegetation immer ausgeprägter in Geländedepressionen, wie Mulden und Rinnen, wo die Wasserversorgung offensichtlich günstiger ist. Diese "kontrahierte Vegetation" im Sinne von MONOD (1954) ist im Industal überall anzutreffen.

Eine Unterteilung arider Gebiete erfolgt meist aufgrund der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse. Mit einigen Hinweisen auf andere Trockengebiete der Erde möge die Stellung des Arbeitsgebiets in Ladakh im grösseren Rahmen gesehen werden. So benützt z.B. der Ökologe ODUM (1993) zur Abgrenzung der 6 wichtigsten terrestrischen Biome in Amerika die mittlere Jahrestemperatur und die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen. Danach liesse sich das ganze Industal im Bereich Karakorum/Himalaya mühelos der "Wüste" zuordnen; denn nach Odum zeichnen sich "desert biomes" durch weniger als 25 cm Jahresniederschlag aus. Er weist jedoch darauf hin, dass die nordamerikanischen Wüsten nicht so extrem sind wie z.B. die afrikanische Sahara oder die asiatische Gobi.

Mit der Sahara hat sich u.a. OZENDA (1991) beschäftigt. Auch er bemängelt zunächst die oft verwirrende Terminologie für die Unterscheidung der verschiedenen Kategorien in den Trockengebieten der Erde ("zones semi-arides, steppes, semi-déserts" etc. bis "déserts absolus") und die oft subjektive und von Land zu Land wechselnde Begriffes Anwendung. Ozenda bezieht sich auf die von Spezialisten in afrikanischen und asiatischen ariden Gebieten verwendeten Werte und schlägt — in Abhängigkeit entsprechender Jahresniederschläge — folgende Begriffe vor:

- terres semi-arides (inclus steppes, savannes): entre 400 et 200 mm;
- terres arides (semi-déserts ou déserts atténués, steppes prédésertiques: entre 200 et 100 mm;
- déserts vrais: moins de 100 mm;
- déserts extrêmes: moins de 50 (ou peut-être 30) mm.

Nach der Definition von N. E. WEST (1983) sind Gebiete mit weniger als 200 mm Jahresniederschlag als "arid" zu bezeichnen, jene mit 200-500 mm als "semi-arid". Nach Walter (1974) empfangen Wüsten und Halbwüsten Mittel- und Zentralasiens auch weniger als 200 mm Jahresniederschläge; sie unterscheiden sich von subtropischen Wüsten aber durch die kalte Jahreszeit. Im Gegensatz zu den Steppen herrschen Holzpflanzen mit xeromorphem Bau vor. Die Halbwüsten Eurasiens werden von Walter als Übergangszone von den Steppen zu den Wüsten dargestellt. Dabei handelt es sich um drei sog. Gesellschaften, die sich besonders durch die Artenzusammensetzung und den Boden charakterisieren lassen. Südlich anschliessend unterscheidet der gleiche Autor eine nördliche Wüste, die von anderen Fachleuten als südliche Halbwüste bezeichnet wird, sowie die südliche Wüste, weiter unterteilt in Stein-, Salz-, Sand- und Löss- oder Lehmwüste.

In Afghanistan weist FREITAG (1971, 1986) auf eine sehr grosse Mannigfaltigkeit der Halbwüsten-Vegetation hin. Er bezeichnet selbst die geschlossenen Sanddünenareale in Süd-Afghanistan mit Niederschlägen von weniger als 150 mm und einer stets lockeren, höchstens 20% der Oberfläche deckenden Vegetation noch als Halbwüste. Diese "extremen Halbwüsten", in denen offensichtlich auch eine "Kontrahierung" der Vegetation kaum zu übersehen ist, könnten vermutlich ebensogut als Wüsten betrachtet werden! Dasselbe gilt vielleicht auch für Teile der Gebirgshalbwüsten, z.B. die *Salsola maracandica*-Gesellschaft (2000-2700 mNN) mit einer Niederschlags-summe von 150-200 mm und einem Deckungsgrad von 5-15%?

Das Hochland Pamir ist von Ladakh nur durch die Bergketten des Karakorum getrennt. In mancher Hinsicht scheinen die Verhältnisse im östlichen Ladakh jenen im Ostpamir recht ähnlich zu sein. Ausgehend von der Biologischen Pamir-Station (3864 mNN, ca. 220 m oberhalb Murgab)

wurde das Gebiet im Laufe einiger Jahrzehnte gründlich erforscht. Aufgrund der russischen Forschungsergebnisse vermitteln WALTER & BOX (1983) eine detaillierte Übersicht.

Im östlichen Pamir werden eine subalpine (3500-4200 m) und eine alpine Stufe (4200-4700 m) unterschieden. In der subalpinen Stufe herrscht die Ceratoides-Wüste (mit *Krascheninnikovia ceratoides*) vor. Die Hochgebirgswüsten des Pamir nehmen die weitaus grösste Fläche ein. Die Vegetationsbedeckung variiert zwischen 8 und 15%, und die Pflanzengesellschaften weisen nur 3-7 Arten pro 100 m² auf. Vorherrschende Lebensformen sind Halbsträucher und Polsterpflanzen. Nicht zu übersehen ist aber auch in der Flora eine gewisse Ähnlichkeit zu Ladakh. Neben *Krascheninnikovia* besiedeln Arten wie z.B. *Stipa orientalis*, *Ephedra regeliana* und *Crepis flexuosa* entsprechende Standorte in der subalpinen Wüste. Von den 11 nahe der Station Murgab als Beispiel für die Wüste aufgeführten Arten sind deren 4 auch in der gleichen Stufe des Industales anzutreffen. Auffälliger ist die floristische Verwandtschaft dann freilich in den Rasen der alpinen Stufe. Nicht ganz verständlich scheint andererseits, warum eine Vegetation, wie z.B. die *Christolea pamirica*-Gesellschaft auf Moränen mit nur 3-10% Deckung, bereits zu den "(desert) steppes" gezählt wird?

Weil die Wüstenvegetation im Aussehen ja nicht in erster Linie durch die Pflanzendecke bestimmt wird (s. oben!), ist die Angabe des sog. Deckungsgrades (Vegetationsbedeckung) ein einfaches und dienliches Hilfsmittel zur Abgrenzung gegenüber Steppen und Halbwüste. Mit der Zuordnung nach Florenelementen wird die Begrenzung eventuell erleichtert. Der Deckungsgrad der 50 Aufnahmen von Tabelle 1 variiert zwischen ca. 3 und 20(25)%.

3.2. Die Wüsten-Vegetation als Pflanzengesellschaft

Pflanzengesellschaften werden allgemein durch ihre floristische Zusammensetzung charakterisiert und kurz als standortabhängige und konkurrenzbedingte Kombinationen von Pflanzenarten und -individuen definiert. In Wüsten und Halbwüsten bestimmen vor allem die abiotischen Umweltbedingungen (Klima, Gestein) die Lebensmöglichkeiten. Einflüsse von seiten des Menschen und seiner Weidetiere haben in der Regel geringere Auswirkungen, denn mit der schütterten Pflanzendecke bleiben solche Gebiete als Weide vergleichsweise wenig attraktiv. Wegen des sehr lückenhaften Bewuchses dürfte schliesslich dem Wettbewerbsfaktor und insbesondere der Wurzelkonkurrenz in einer Gebirgswüste minimale Bedeutung zukommen.

In einer sog. "blühenden Wüste", in der die Therophyten (Annuelle, Ephemere) überwiegen, wirken andere Wettbewerbsbedingungen als in der Wüstenvegetation des Industales mit dem geringen Anteil an Einjährigen. Im Industal sind alle Übergänge von der charakteristischen Artenkombination über nur noch ganz vereinzelt wachsende Pflanzen bis zu völlig sterilen Stein- und Sandböden zu verfolgen. An den Grenzen der Lebensmöglichkeiten muss eine Pflanze vor allem den "richtigen" Wuchsort gefunden haben und durch entsprechende Anpassungen den extremen Lebensansprüchen gewachsen sein.

Verbreitung. — Die Vegetationsaufnahmen der Tabelle 1 verteilen sich zusammengefasst auf folgende Abschnitte des Arbeitsgebiets: die 19 Aufnahmeflächen von Variante I liegen alle auf der rechten Talseite des Indus, Nr. 18 und 19 in der Umgebung von Sabu, alle übrigen ± entlang der Kontaktzone zwischen Indus-Molasse und Granit von Taru bis Ang. Auch 3 von 4 Aufnahmen der Variante III stammen aus dem Raum südöstlich Likir bis ins Gebiet südöstlich von Taru. Aufnahmefläche von Tab. Nr. 22 aber liegt am oberen Eingang in die Schlucht südlich Upshi. Die nähere und weitere Umgebung von Leh ist durch die Bestände der Tab. Nr. 27, 28, 31 und 32 sowie 7 weitere Aufnahmen der Kolonne A repräsentiert. Alle anderen Bestandesflächen von Variante II verteilen sich auf die Schuttfächer der linken Talseite zwischen Stok und Hemis/Martselang. Mit insgesamt 6 Aufnahmen in Kolonne A und B (HARTMANN, 1983) ist die Wüsten-Vegetation der Indus-schlucht zwischen Alchi und Khalsi skizziert.

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 1:

- Nr. 1. Nordwestlich Yangtang, 3750 mNN. Untergrund: kompakter Feinschutt aus vorwiegend hellgrauem Sandstein, von lockerem Feinsand und Schluff bedeckt; pH-Wert in 10 cm: 7.3 (KCl), 8.2 (H₂O); Carbonatreaktion sehr stark und anhaltend (19.7.1987).

- Nr. 2. Schutthang nordwestlich Yangtang, 3720 mNN. Untergrund: Schutt aus vorwiegend Sandstein, bis zur Oberfläche von sehr kompaktem Feinschutt mit viel Schluff bedeckt (19.7.1987).
- Nr. 3. Ungefähr östlich Yangtang, 3760 mNN. Untergrund aus Granit-Schutt, von skelettreichem Sand und Grus (hellocker) bedeckt (19.7.1987).
- Nr. 4. Linksseitiger Talhang bei Ang, östlich Aufn. Nr. 9, 3550 mNN. Untergrund: Sandsteine und Schiefer als gut gefestigter Schutt. Bodenoberfläche zu ca. 70% aus \pm losem Gestein; pH-Wert in 10 cm: 7.2 (KCl), 7.7 (H₂O); Carbonatreaktion sehr stark und anhaltend (22.7.1987).
- Nr. 5. Nordwestlich Yangtang, an Aufn. von Nr. 1 anschliessend, 3750 mNN. Untergrund: oberste 5-15 cm (20 cm) aus mittel- bis grobem, losem Blockschutt (vorwiegend hellgrauer Sandstein); darunter (Wurzelhorizont) sehr skelettiger, aber auch schluff- und sandreicher, kompakter Feinschutt; pH-Wert in 10 cm: 7.4 (KCl), 7.9 (H₂O); sehr starke und anhaltende Carbonatreaktion (19.7.1987).
- Nr. 6. Schutthalde nordöstlich über Yangtang, 3720 mNN. Untergrund: Granitschutt von überwiegend sandig-grusiger und steiniger Feinerde (hellocker) bedeckt; pH-Wert in 10 cm: 7.3 (KCl), 7.8 (H₂O); Carbonatreaktion deutlich aber eher schwach (19.7.1987).
- Nr. 7. Seitental (NW-SE) nördlich Likir Gompa, 4020 mNN. Untergrund: Blockschutt aus Granit; zwischen Fels- und Steinbrocken ableitender Granitgrus; Feinerde sehr sand- und grusreich von hellgrau-bräunlicher Farbe (18.8.1992).
- Nr. 8. Nördlich oberhalb Likir Gompa, ca. 400 m nördlich der Aufnahmefläche von Nr. 13 am gegenüberliegenden Hang, 3850 mNN. Untergrund: Granit in Form von Geröllbrocken, Grus und Sand, dazwischen auch anstehend; skelettreiche sandige Feinerde (hellgrau-ocker) rutschend (18.8.1992).
- Nr. 9. Schutthalde am linksseitigen Talhang bei Ang, 3550 mNN. Untergrund: Sandsteine und Schiefer als Schutt (mittelgrob) bis an Bodenoberfläche; Feinerde uneinheitlich, stellenweise schluffreicher Feinschutt (22.7.1987).
- Nr. 10. Blockschutthalde im Tal von Ang, gleicher Talhang ca. 500 m westlich der Aufnahmefläche von Nr. 9, 3500 mNN. Bodenverhältnisse wie bei Nr. 9; pH-Wert in 5 cm: 7.6 (KCl), 7.9 (H₂O); sehr starke Carbonatreaktion (22.7.1987).
- Nr. 11. Westlich Yangtang, 3650 mNN. Untergrund: Block- und Feinschutt aus vorwiegend Granit und Sandstein, an Oberfläche \pm lose, mit vereinzelt Grobblöcken; Wurzelhorizont aus gefestigtem, sand- und schluffreichem Schutt (hellgrau-bräunlich); pH-Wert in 10 cm: 7.4 (KCl), 7.8 (H₂O); sehr starke Carbonatreaktion (19.7.1987).
- Nr. 12. Seitental (NW-SE) nördlich Likir Gompa am gegenüberliegenden Hang von Nr. 7, 4050 mNN. Untergrund: Blockschutt aus Granit; Steinblöcke bedecken Bodenoberfläche zu ca. 90%; Sand-Grus dazwischen rutschend; Feinerde entspricht Aufnahmefläche von Nr. 7 (18.8.1992).
- Nr. 13. Nördlich Likir Gompa, direkt oberhalb der letzten bewässerten Gerstenfelder, 3800 mNN. Untergrund: Geröllblockschutt, Schutt und lockerer Sand aus Granit; Wurzelhorizont aus Schutt (hell-ocker) mit viel sandiger, skelettreicher Feinerde; pH-Wert in 10 cm: 7.5 (KCl); Carbonatreaktion sehr stark und anhaltend (18.8.1992).
- Nr. 14. Schuttkegel westlich Yangtang, 3700 mNN. Untergrund: Schutt aus vorwiegend Sandstein; Wurzelhorizont aus gut gefestigtem Feinschutt mit viel Schluff; pH-Wert in 10 cm: 7.6 (KCl), 8.2 (H₂O); sehr starke Carbonatreaktion (19.7.1987).

- Nr. 15. Ostnordöstlich Yangtang, 3750 mNN. Untergrund: sehr sandreicher Granitschutt; Wurzelhorizont — gegenüber Nr. 3 und Nr. 6 — mit viel höherem, kompakt gelagertem Schluff-Anteil (hellgrau-ocker); pH-Wert in 10 cm: 7.6 (KCl), 8.0 (H₂O); starke Carbonatreaktion (19.7.1987).
- Nr. 16. Östlich Yangtang, 3720 mNN. Untergrund: Granit; Feinerde sehr schluffreich (hellbraun), kompakt wie bei Nr. 15; pH-Wert in 10 cm: 7.5 (KCl), 7.8 (H₂O); starke Carbonatreaktion (19.7.1987).
- Nr. 17. Westseite unter Ladakh Konka (Richtung Nimu), oberhalb Sikh Tempel, 25 km westlich Leh, 3540 mNN. Untergrund: Blockschutt aus Geröllen mit viel Sand und Grus aus Granit; Feinerde locker, vorwiegend aus Sand und Grus (19.8.1992).
- Nr. 18. Östlich des oberen Abschnitts der Oase von Sabu, 3780 mNN. Untergrund: anstehender Granit, von feinsandig-grusiger, sehr skelettreicher Feinerde (hell ocker-braun) bedeckt, von vielen Steinblöcken durchsetzt; letztere und anstehender Fels stark von Krustenflechten bewachsen; pH-Wert in 10 cm: 7.6 (KCl); starke Carbonatreaktion (15.7.1992).
- Nr. 19. Wenige hundert Meter östlich des oberen Randes der Oase von Sabu, am gegenüberliegenden Hang von Aufnahme­fläche Nr. 18, 3810 mNN. Untergrund: vorwiegend Blockschutt aus Granit; Feinerde sehr sand- und skelettreich (hellbraun-ocker); Oberfläche zu ca. 70% mit losem Gestein bedeckt; pH-Wert in 10 cm: 7.3 (KCl); starke Carbonatreaktion (15.7.1992).
- Nr. 20. Ronga La (zwischen Saspol und Basgo), ca. 300 m östlich der Strassenabzweigung zum Likir Gompa, 3560 mNN. Untergrund: grus- und sandreicher Schutt aus Granit; Wurzelhorizont auffällig sandig-grusig; Bodenoberfläche durch Tiertritt stark aufgelockert (27.8.1992).
- Nr. 21. Ladakh Konka, nahe der Strasse, ca. 23 km westlich Leh, 3600 mNN. Untergrund: Geröll mit Sand und Grus aus Granit; Wurzelhorizont bis zur Oberfläche aus sehr kompaktem Grus-Sandgemisch (19.8.1992).
- Nr. 22. Schuttkegel an Strasse zwischen Upshi und Taglang La, ca. 1 km unterhalb Lato, im Schluchteingang, 4050 mNN. Untergrund: Schutt aus Sandstein und Konglomerat; Wurzelhorizont aus steinigem Schutt; Bodenoberfläche fast ganz von mittelgroben Stein­stücken eingenommen (16.8.1992).
- Nr. 23. Ladakh Konka, nahe Strasse, ca. 22 km westlich Leh, 3550 mNN. Untergrund: Geröll, Sand und Grus aus Granit wie in Aufnahme­fläche Nr. 21, ebenso Wurzelhorizont aus stark gefestigtem Sand und Grus (hellgrau-ocker); pH-Wert in 10 cm: 7.5 (KCl); starke Carbonatreaktion (19.8.1992).
- Nr. 24. Nahe Ostrand der bewässerten Kulturen unterhalb Hemis, 3570 mNN. Untergrund: Sandsteinfels, an Oberfläche z.T. verwittert und als lockerer Feinschutt die Oberfläche bildend; Wurzelhorizont skelettreicher Sandboden (bräunlich-grau); pH-Wert in 10 cm: 7.6 (KCl); Carbonatreaktion deutlich aber nicht stark (31.7.1992).
- Nr. 25. Südlich oberhalb Stok, 3700 mNN. Untergrund: grünlicher Sandstein (braun anwitternd) als Blockschutt mit z.T. reichlich Feinschutt dazwischen; Wurzelhorizont aus skelettreichem hellbraunem Feinsand; pH-Wert in 10 cm: 7.7 (KCl); starke Carbonatreaktion (12.8.1992).
- Nr. 26. Breites Couloir südwestlich oberhalb Stok, 3730 mNN. Untergrund: mittelgrober Schutt aus Sandsteinen; Steine bedecken zu ca. 70% die Bodenoberfläche; Wurzelhorizont aus sandreicher skelettiger Feinerde (12.8.1992).

- Nr. 27. Leh, ca. 500 m nördlich Shanti Stupa, 3640 mNN. Untergrund: vorwiegend kompakter Granitgrus; Wurzelhorizont: Gemisch aus Sand, Grus, Feinsand und Schluff (ockerbraun); pH-Wert in 10 cm: 7.4 (KCl); sehr schwache Carbonatreaktion (18.7.1992).
- Nr. 28. Leh, ca. 1 km NNE Shanti Stupa, ca. 300 m NE Aufnahme­fläche Nr. 27, 3650 mNN. Untergrund in sehr flachem, ca. 30 m breitem Couloir: gefestigter Schutt und Grus aus Granit; Wurzelhorizont sehr skelettreich, steinig, dazwischen reichlich Sand und Schluff (hell ocker); pH-Wert in 10 cm: 7.6 (KCl); starke Carbonatreaktion (18.7.1992).
- Nr. 29. Südwestlich oberhalb Stok an Mündung des entspr. Seitentales, 3700 mNN. Untergrund: Schutt aus grünlichem Sandstein; Bodenoberfläche durch Vieh-Tritt aufgelockert und zu ca. 60% von Steinen bedeckt; Wurzelhorizont mit skelettiger, sandreicher Feinerde (grauhellbräunlich); pH-Wert in 10 cm: 7.7 (KCl); Carbonatreaktion sehr stark und anhaltend (12.8.1992).
- Nr. 30. Ca. 300 m östlich unterhalb der untersten Gebäulichkeiten von Hemis, 3550 mNN. Untergrund: Sandsteine, Schiefer und Konglomerat, ca. 80% als Geröll; skelettige sandreiche Feinerde im Wurzelbereich sehr kompakt; Oberfläche zu ca. 50% von kleineren und mittelgroben Steinen besetzt (31.7.1992).
- Nr. 31. Westseite des Ladakh Konka nahe der Strasse Richtung Nimu, 26 km westlich Leh, 3550 mNN. Untergrund: Granit; viel Sand-Grus zwischen z.T. riesigen Geröllblöcken; Steine bedecken ca. $\frac{1}{4}$ der Bodenoberfläche (19.8.1992).
- Nr. 32. Schuttfächer am Fuss eines felsigen Hanges am westlichen Rand der obersten Weiderasen nördlich Leh, 3780 mNN. Untergrund: Granit als Blockschutt, Schutt, Sand und Grus; Wurzelhorizont aus grus-, sand- und schluffreichem Schutt (bräunlich-grau); Bodenoberfläche zu ca. $\frac{1}{2}$ von Steinen gebildet (19.7.1992).
- Nr. 33. Grosser Schuttfächer nordwestlich unterhalb Hemis, 3450 mNN. Untergrund: Sandsteine, Schiefer und Konglomerat zu ca. 80% als Geröll; Wurzelbereich mit sandreicher, skelettiger Feinerde (hellbraun-rötlich); Bodenoberfläche zu ca. $\frac{1}{2}$ von Steinen eingenommen; pH-Wert in 10 cm: 7.7 (KCl); starke Carbonatreaktion (31.7.1992).
- Nr. 34. Schuttfächer wie Aufnahme­fläche Nr. 33, ca. 300 m östlich von Nr. 33, in seichter, flacher Vertiefung, 3450 mNN. Untergrund: Gesteine und Feinerde wie bei Nr. 33, aber etwas steiniger; Bodenoberfläche zu ca. 85% von Steinen bedeckt (31.7.1992).
- Nr. 35. Westliche (linke) Seite des Couloirs von Aufnahme­fläche Nr. 26 SW oberhalb Stok, 3730 mNN. Untergrund: roter anstehender Sandstein, von kompaktem Feinschutt bedeckt; Steine bedecken höchstens $\frac{1}{5}$ der Bodenoberfläche; Feinerde im Wurzelbereich ausgeprägt sandig, weniger skelettig als in Nr. 26 (12.8.1992).
- Nr. 36. Schuttfächer östlich unterhalb Hemis, ca. 400 m in östlicher Richtung von Nr. 34; seichte Vertiefung, weniger flach als bei Nr. 34, 3460 mNN. Untergrund wie bei Aufnahme­fläche Nr. 34; pH-Wert in 10 cm: 7.8 (KCl); starke Carbonatreaktion (31.7.1992).
- Nr. 37. Nahezu flache Sohle eines NW-SE-verlaufenden Seitentälchens südlich oberhalb Stok, 3630 mNN. Untergrund: grünlicher, braun anwitternder Sandstein als Schutt, mit auffallend viel Feinschutt; Wurzelhorizont mit wechselndem Anteil von grau-braunem Schutt und Feinsand (12.8.1992).

Nähere Angaben zu den Aufnahme-Örtlichkeiten der 13 Aufnahmen von Kolonne A und B (Tabelle 1) finden sich bei HARTMANN (1983, p. 172).

Floristische Charakterisierung:

Innerhalb der subalpinen Stufe im Einzugsgebiet des Industales dürften schätzungsweise an die 70 Gefässpflanzenarten Standorte der Wüste besiedeln. Sobald auch Grenzbereiche zur alpinen Stufe mitberücksichtigt werden, ist die Artenzahl rasch erhöht. Moose wurden überhaupt keine

gesehen und unter den Flechten kommt selbst den Krustenflechten im Untersuchungsgebiet keine wesentliche Bedeutung zu.

Floristisch ist die ganze subalpine Wüstenvegetation in erster Linie durch die Kombination der "häufigen und/oder charakteristischen Arten (3. Gruppe in Tabelle 1) zu fassen. *Stipa orientalis*, *St. himalaica* und *Nepeta floccosa* zeichnen sich durch höchste Stetigkeit aus. Mindestens eine dieser Arten fehlt — mit einer Ausnahme — in keiner Aufnahme. In ungefähr einem Drittel aller Bestandesflächen sind alle drei vorhanden. Zu den charakteristischen Wüstenpflanzen gehören eigentlich auch einige Begleitarten oder ganz vereinzelt solche, die wegen des seltenen Vorkommens in der Tabelle gar nicht aufgeführt sind.

Zu den letzteren gehört *Cynanchum acutum* L. (*C. heydei* Hook. f.), von A. W. Heyde vor mehr als 100 Jahren zwischen Khalsi und Saspol erstmals gesammelt und von HOOKER f. (1883) dann als *Cynanchum heydei* beschrieben. Die Population am locus classicus der Indusschlucht ist heute noch gut erhalten, trotzdem sie über die Jahrzehnte von botanischen Sammlern nicht verschont geblieben ist! Sie scheint sich regional aber nicht weiter ausgebreitet zu haben. MEEBOLD (1909) hat dieselbe Sippe auch noch ca. 80 km indusabwärts gefunden, und im Gebiet von Skardu sowie weiter westlich zwischen Skardu und Gilgit ist sie anscheinend nicht selten.

Ebenfalls in der Gegend von Khalsi gefunden wurde *Mattiastrum tibeticum* (C. B. Clarke) Brand, und in der Sandwüste bei Saspol wächst *Corispermum tibeticum* Iljin neben *Nepeta floccosa* auf ca. 3300 mNN. *Salsola collina* Pall. habe ich einzelwachsend sowohl südlich (3430 mNN) wie auch nördlich von Leh (3600 mNN) auf Sandboden gefunden. *Limonium macrorhabdon* (Boiss.) O. Kuntze wird von STEWART (1972) nach Belegen von KOELZ einzig aus der Gegend von Lamayuru angegeben. Mit dem eigenen Fund aus dem Seitental des Klosters (Gompa) Götsang oberhalb Hemis im Schutt zwischen Sandsteinfelsen auf ca. 3850 mNN dürfte vermutlich die obere Grenze des Vorkommens dokumentiert sein.

Zu den eigentlichen Wüstenpflanzen gehören auch einige Begleitarten, die nur in wenigen Aufnahmen der Tabelle 1 oder sogar nur einmal verzeichnet wurden, deren Hauptvorkommen aber eindeutig in der Wüste liegt. Etliche derselben halten sich noch an extremsten Standorten, wachsen dort oft nur allein und werden deshalb, weil sich an solchen Stellen eigentliche Vegetationsaufnahmen erübrigen, nicht mehr registriert. Dazu gehören die nicht selten anzutreffende *Salsola kali* subsp. *ruthenica* und die weniger streng an die Wüstenstandorte gebundene *Bassia stellaris*. Zu den ausgeprägten Wüstenpflanzen zählt jedoch die dicht weisshaarige *Bassia fiedleri* (Abb. in HARTMANN, 1983), die in Ladakh bis vor kurzem nur von wenigen Örtlichkeiten bekannt war. Auf den letzten Exkursionen im Industal konnte die Art aber an zahlreichen neuen, stets typischen Wüstenstandorten festgestellt werden, so z.B. mehrfach in der Umgebung von Leh, am NW-Rand der Kulturen von Sabu (bis 3650 mNN), in der Gegend von Shey, Thikse und Stakna sowie auf der linken Talseite zwischen Spituk und Hemis bzw. Martselang. Zu den seltensten Wüstenpflanzen in Ladakh gehört die einjährige *Nepeta annua* (Photo 4), die bisher im Industal nur in der Gegend von Hemis-Martselang gefunden wurde.

Ganz auf die subalpine Wüstenstufe des Industales begrenzt ist *Capparis spinosa*, die aber viel häufiger anzutreffen ist als dies durch die sehr spärliche Präsenz in Tabelle 1 vermutet werden könnte. Diese Wüstenform des Kapernstrauchs besiedelt zwischen Khalsi und der Schlucht südlich Upshi bevorzugt — jedoch nicht überall — Schutthalden und Felsen; stellenweise ist es in der Indusschlucht auf grössere Entfernung sogar die einzige lebende Pflanze (Abb. 26, 27, 28 in HARTMANN, 1983). Ähnliche Eigenschaften kennzeichnen auch die nächsten drei Arten: *Peganum harmala*, *Lepidium latifolium* und *Perovskia abrotanoides*. Sie stehen in der Wüste häufiger allein als mit mehreren anderen Arten zusammen. Alle haben ihre Obergrenze im Untersuchungsgebiet bei ungefähr 3500-3600 mNN.

Struktur:

Mit den Differentialarten-Gruppen in Tabelle 1 können 2 bzw. 3 Varianten voneinander abgegrenzt werden, die sich aber nicht eindeutig auf standörtliche, geographische oder andere Unterschiede zurückführen lassen. Die Aufnahmeflächen von Variante I liegen zwar alle auf der rechten Talseite des Indus, und in etwa $\frac{2}{3}$ der Flächen bildet Granit in irgend einer Form die Gesteinsunterlage, in den restlichen Aufnahmen ist es Sandstein oder ein Gemisch mit Sandstein. Die Gruppie-

rung würde wahrscheinlich geographisch-geologisch erklärt, wenn da nicht sämtliche Bestandesaufnahmen aus der näheren und weiteren Umgebung von Leh wären, die nach ihrer floristischen Zusammensetzung zu Variante II gehören. Es stellt sich die Frage, ob durch die maximale Talerweiterung auf der Höhe von Leh verbunden mit dem Übergang ins entsprechende Seitental der Ladakh-Kette eventuell geringe lokalklimatische Abweichungen bestehen, welche den Bedingungen auf der linken Talseite zwischen Stok und Martselang näher kommen? Die übrigen 10 Aufnahmeörtlichkeiten von Variante II liegen in diesem Abschnitt auf der linken Seite des Indus River. Das Gesteinssubstrat ist vielfältiger (Schiefer, Sandsteine Konglomerate), jedoch ohne Granit.

Die Bestände der Variante I weisen sich durch 2-5 Vertreter der 1. Trennarten-Gruppe aus, unter denen die beiden Halbsträucher *Artemisia brevifolia* und *Krascheninnikovia ceratoides* zuerst auffallen. Trotz relativ grösseren Anteils dieser Chamaephyten wäre es nicht gerechtfertigt, eine solche Vegetation zu den Zwergstrauch- oder Artemisiasteppen zu stellen, vor allem nicht wegen des geringen Deckungsgrades — im Mittel 13% (7-25) — und durchschnittlich nur 9 (5-14) Arten pro 100 bis 150 m². Alle Aufnahmeflächen dieser Variante nehmen eine Hanglage von 15 bis 35° (Mittel 24.5°) ein, ohne dass eine bestimmte Exposition bevorzugt wäre, und liegen in Höhen zwischen 3500 und 4050 mNN (Mittel 3735 mNN). Damit wird — wenigstens auf der rechten Talseite — eher die obere subalpine Stufe charakterisiert.

Durch mindestens 2 bis 6 Arten der 2. Differentialarten-Gruppe zeichnen sich die Bestände der Variante II aus. *Crepis flexuosa* fällt durch seine hohe Stetigkeit auf. In mehr als der Hälfte der Aufnahmen finden sich auch *Echinops cornigerus* (Photo 5), *Erodium tibetanum* und *Arnebia guttata* (Photo 6), alles ausgesprochene Wüstenpflanzen, die letzten beiden ganz auf diese Variante beschränkt. Die Höhenlage der Aufnahmeörtlichkeiten variiert zwischen 3450 und 3780 mNN (Mittel 3610 m). Für die 13 Aufnahmen von Kolonne A und B liegt die durchschnittliche Höhe unter 3500 mNN. Bei einem Mittel von nicht ganz 15° schwankt die Hangneigung zwischen 5° und 30°. Deutlich reduziert gegenüber Variante I ist der Grad der Vegetationsbedeckung: 5-15% bei einem Mittel von 8.9%. Umso mehr überrascht vielleicht die höhere Zahl von 9 bis 16 Arten bei einem Durchschnitt von gut 12 Arten pro Flächeneinheit. Würden die Aufnahmen der Kolonnen A und B mitberücksichtigt, wären Artenzahl und Deckungsgrad eindeutig geringer, ein Hinweis darauf, dass die dort zusammengefassten Daten extremere Verhältnisse anzeigen.

Auch in floristischer Hinsicht scheinen die Bestandeslisten der Variante II den ausgeprägteren Wüstencharakter darzustellen. So finden wir u.a. die oben erwähnten charakteristischen Wüstenpflanzen, die in Tabelle 1 nur vereinzelt oder nur einmal vorkommen, fast ausschliesslich in dieser Variante. Gleichsam einen Übergang von I zu II stellt Variante III dar mit einem Deckungsgrad von knapp 10% und weniger als 8 Arten im Mittel.

Lebensformen, Wuchsformen:

Für alle in Tabelle 1 aufgelisteten Sippen ist die Raunkiarsche Lebensformklasse beigefügt worden, um daraus die Verteilung der Lebensformen in Spektren darzustellen. Um Vergleiche mit anderen Pflanzengesellschaften oder Vegetationstypen zu ermöglichen, wurden sowohl für sämtliche Aufnahmen in Tabelle 1 ("Wüstengesellschaft") als auch für Variante I und II separat je ein Spektrum allein aufgrund der Arten und eines unter Berücksichtigung der mittleren Deckungsgrade berechnet. Im letzteren Fall, wo die Artmächtigkeit mitberücksichtigt wird, erfolgt eine Gewichtung der funktionalen Lebensform-Typen; die Struktur einer Gesellschaft wird damit klarer dargelegt (s. Abb. 3).

Sippen, deren Überdauerungsknospen eine uneinheitliche Lage einnehmen, müssen eventuell zwei oder im Extremfall drei Lebensform-Typen zugeordnet werden, wie z.B. *Ephedra regeliana* (Abb. 6) und *Euphorbia tibetica* (Abb. 5). Wird eine zweite oder dritte Lebensform für eine bestimmte Art als weniger wichtig erachtet, so werden die entsprechenden Abkürzungen in Klammer beigefügt und für die Berechnungen weiter nicht berücksichtigt.

Im Gegensatz zu vielen subtropischen Wüsten und Halbwüsten, in denen Therophyten vorherrschen, spielen die Annuellen im Industal Ladakhs nahezu keine Rolle. Bei Berücksichtigung der mittleren Deckungsgrade fällt deren Bedeutungslosigkeit noch stärker ins Gewicht.

Werden für die Berechnung nur die jeweils vorhandenen Taxa berücksichtigt, so beanspruchen die Hemikryptophyten in allen drei Spektren nahezu die Hälfte der Lebensformen. Unter Berück-

Raunkiaersche Lebensformen

T = Therophyten

Ch = Chamaephyten

G = Geophyten

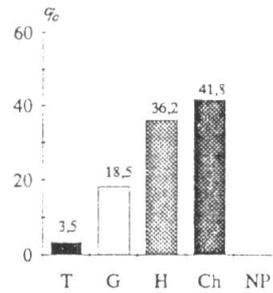
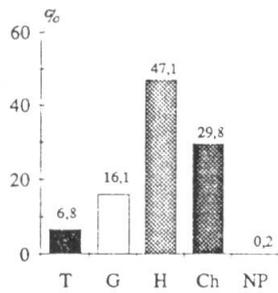
NP = Nanophanerophyten

H = Hemikryptophyten

1. Tabelle 1 (50 Aufnahmen) als Einheit der Wüstenvegetation

a) nur Artenzahl (Sp)

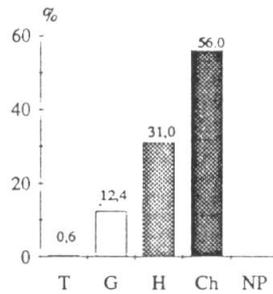
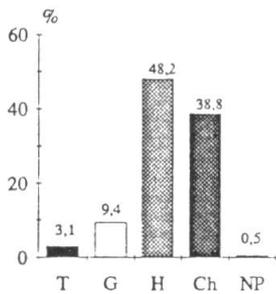
b) mit mittlerem Deckungsgrad (Dg)



2. Variante I der Wüstenvegetation (19 Aufnahmen)

a) nur Artenzahl (Sp)

b) mit mittlerem Deckungsgrad (Dg)



3. Variante II der Wüstenvegetation (27 Aufnahmen)

a) nur Artenzahl (Sp)

b) mit mittlerem Deckungsgrad (Dg)

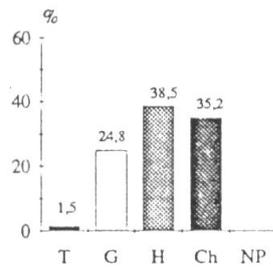
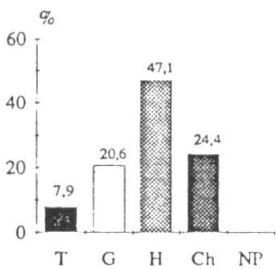
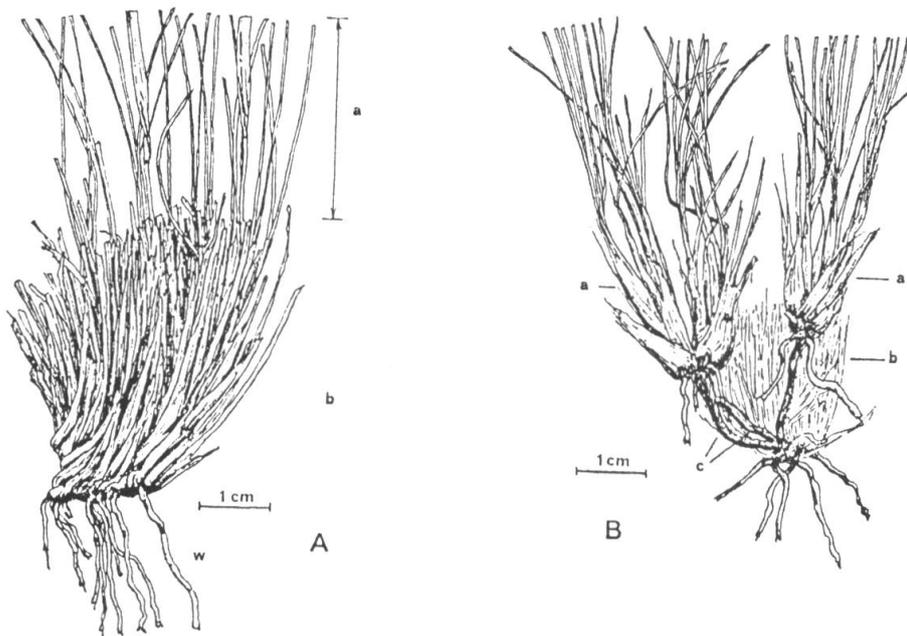


Abb. 3. — Vergleich der Lebensformspektren innerhalb der subalpinen Wüste.

Abb. 4. — Horstteile von *Stipa orientalis* Trin.

A aus alpiner Steppe mit *Artemisia gmelinii* nördl. Kanda La, 4540 mNN: **a**, lebende Blätter (inkl. 2 Halme); **b**, basale Blattscheiden (ca. 3-4 Jahre); **w**, Wurzeln.

B aus *Oxytropis mollis*-*Koeleria macrantha*-Steppe bei Mulbekh, 3570 mNN: **a**, zweijährige Teilhorste durch Achsentile (**c**) einem älteren (verwitterten) Teilhorst (**b**) entspringend.

sichtigung des mittleren Deckungsgrades verbleibt einzig Variante II — wenn auch abgeschwächt — als “Hemikryptophytengesellschaft”. Insgesamt (mit 41.8%) und noch deutlicher in Variante I fällt ein Anteil von 56% auf die Chamaephyten. Diese Spektren erinnern sehr an Verhältnisse, wie sie z.B. in der *Artemisia*-Steppe, der Blockschuttgesellschaft mit *Stachys tibetica* oder alpinen Steppengesellschaften (HARTMANN, 1987) angetroffen wurden. Die Unterschiede zwischen den beiden Varianten der Tabelle 1 ergeben sich in erster Linie aus den Differentialarten. *Artemisia brevifolia* und *Krascheninnikovia* sind reine Chamaephyten, während solche der 2. Differentialarten-Gruppe fehlen.

Dass Lebensform und Wuchsform durch Umwelteinflüsse modifizierbar sind, konnte u.a. am Beispiel von *Crepis flexuosa* im Biafo-Gebiet (Karakorum) gezeigt werden, wo die Pflanze auf beweglichem Moränenschutt sich hauptsächlich als Wurzelknospen-Geophyt verhält (HARTMANN, 1968). Überblickt man die vollständige Artenliste (Tabelle 1), so fällt die relativ geringe Zahl jener Wuchsformen auf, aus deren Spross-Wurzelsystem sich eine wirksame Möglichkeit zur vegetativen Ausbreitung und Vermehrung ergibt. Im Hinblick auf die Strategien der Raumbesetzung überwiegen unter den in Artmächtigkeit und Stetigkeit wichtigeren Wüstenpflanzen sog. “Phalanx”-Typen (vgl. zu diesem Thema URBANSKA, 1992). Klonales Wachstum an sich ist verbreitet. Aber die einzelnen Ramets (vegetative Einheiten) werden eher selten und nicht einfach durch fortgesetztes Wachstum von der Mutterpflanze abgetrennt. Beispiele für diesen Typus bieten die beiden häufigsten Gräser *Stipa orientalis* und *St. himalaica* mit ihrer dichten Horstform. An alten Horsten ist gelegentlich zu sehen, wie nach fortgesetztem zentrifugalem Wachstum ältere Bereiche abgestorben sind und jüngere Teilhorste oder Komplexe davon in der Randzone ± selbständig leben. Äussere Einwirkungen wie Substratbewegungen, Tritt von Tieren mögen solche Vorgänge zur Bildung neuer Individuen begünstigen.

In Abb. 4 (Fig. B) sind drei junge Teilhorste von *Stipa orientalis* aus einer stark beweideten Steppe mit *Oxytropis mollis* und *Koeleria macrantha* aus der Gegend von Mulbekh gezeichnet, die je über einen “ausläuferartig” verlängerten Achsenteil einem älteren Horstfragment entspringen;

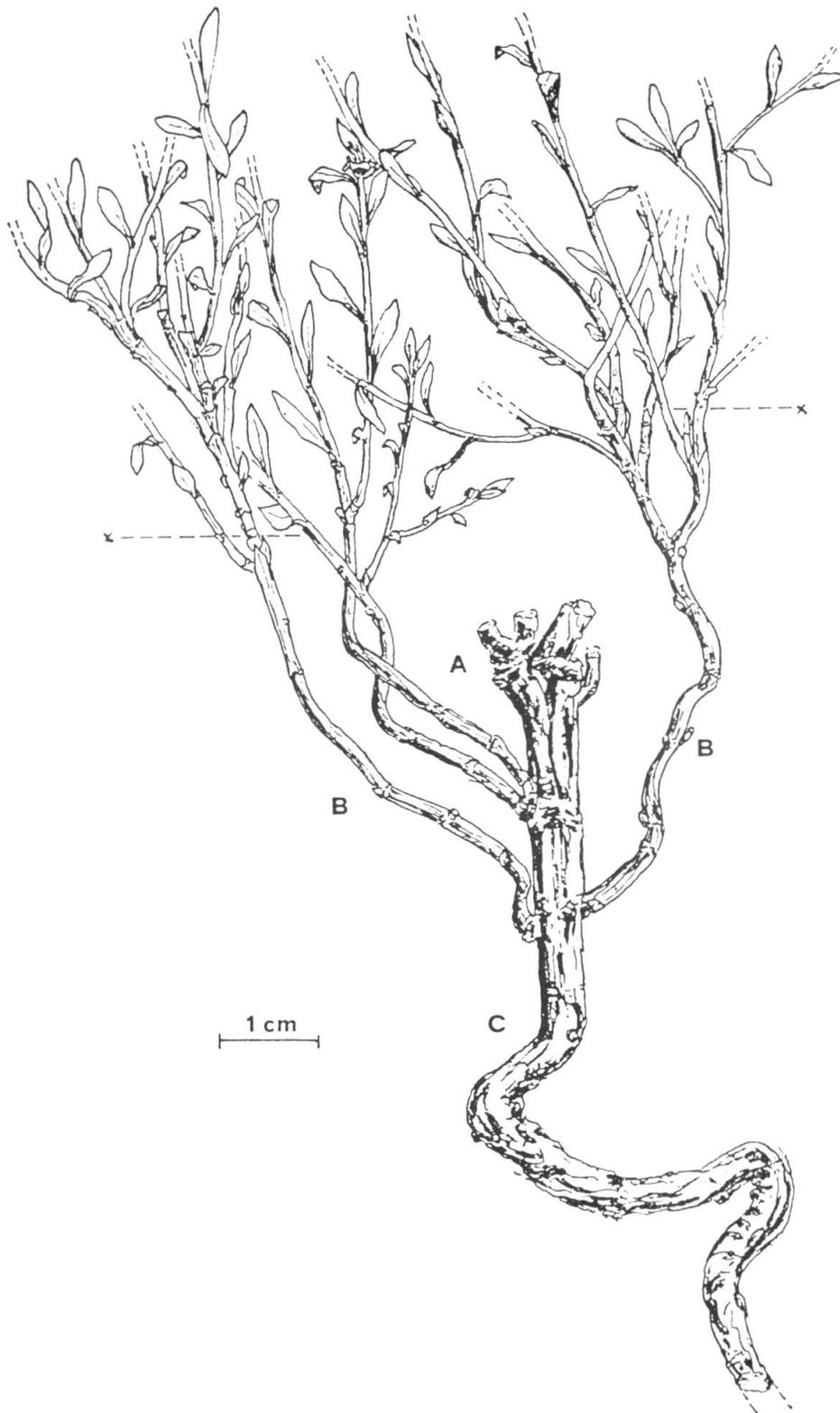


Abb. 5. — *Euphorbia tibetica* Boiss. aus Wüste mit domin. *Echinops cornigerus* oberhalb Leh, 3600 mNN; gestrichelte Linie: ungefähre Verlauf der Bodenoberfläche; A, Wurzelhals mit Bruchnarben (Ursprung) älterer oberirdischer Triebe; B, vier Wurzelsprosse im unteren Teil (\pm verholzt) 2-3 Jahre alt.; C, mehrere Jahre alte Hauptwurzel.



Abb. 6. — *Ephedra regeliana* Florin aus Schuttwüste oberhalb Ang, 3550 mNN;
T, unterirdische Kriechtriebe ± verholzt; S, sprossbürtige Wurzeln.

eine wohl eher seltene Abwandlung, die durch oben erwähnte Einwirkungen der Umwelt bedingt sein dürfte.

Eine ganz andere Wuchsform — aber ebenso mit “Phalanx”-Strategie — stellt *Euphorbia tibetica* (Abb. 5) dar. Weil ausgewachsene, grössere Pflanzen normalerweise Erneuerungsknospen an unterirdischen Organen, an der Erdoberfläche sowie an oberirdischen Trieben ausgebildet haben, ist die Art für die Berechnung von Lebensformspektren bei den Geophyten, Hemikryptophyten und Chamaephyten zu berücksichtigen. Die einzelnen Triebe haben in der Regel auch an den unterirdischen Teilen keine sprossbürtigen Wurzeln. Die Frage, ob solche nach einer Abtrennung eventuell gebildet werden, bleibt vorläufig offen. Obschon die meisten der übrigen Chamaephyten im Aufbau ähnlich gestaltet sind, weisen deren Sprosse in der Regel eine stärkere Verholzung auf, was eine flexible Anpassung an z.B. veränderte Bodenverhältnisse eher einschränkt. *Euphorbia tibetica*, die auch in verschiedenen alpinen Steppen sowie in der Blockschuttgesellschaft mit *Stachys tibetica* vorkommt, präsentiert sich nicht an jedem Wuchsort in der gleichen starren Form, wie dies z.B. für gewisse *Artemisia*-Arten zutrifft. Im Sandboden der Wüste wächst die Pflanze viel “kompakter” als etwa in lockerem Steinboden oder Blockschutt, wo die Einzeltriebe langgestreckten Ausläufern gleichen, sodass an der Oberfläche im Extremfall ein “Schwarm” von Individuen vorgetäuscht wird.

Es ist wahrscheinlich kein Zufall, wenn in der Wüste oder Halbwüste des Untersuchungsgebiets die “Phalanx”-Strategen jene der “Guerilla”-Typen zahlenmässig deutlich übertreffen. Eine ältere Pflanze wächst ja im unwirtlichen Lebensraum offensichtlich am “richtigen Ort”! In der näheren Umgebung sind die Bedingungen in der Regel vermutlich ungünstiger, sonst könnten solche Stellen ja auch bewachsen sein. Für das Individuum ist es also wichtig, sich am gegebenen Wuchsort möglichst zu behaupten, was für die einzelnen Arten durch verschiedene Einrichtungen und Eigenschaften realisiert wird, wie z.B. starke Behaarung, ausgedehnte unterirdische Wurzel-Sprossysteme, verholzte Triebe, Stacheln und Inhaltsstoffe, die von Weidetieren gemieden werden.

Unter den Hauptgruppen in Tabelle 1 (Gruppen 1-3) vertritt wahrscheinlich *Ephedra regeliana* am ausgeprägtesten den Typus der “Guerilla”-Strategen (Abb. 6). Unterirdische rhizomartige

Kriechtriebe, \pm verholzt und meist nur schwach mit sprossbürtigen Wurzeln ausgestattet, verbinden die an der Oberfläche sichtbaren niederen Triebbüschel. Je nach Beschaffenheit des Untergrundes stehen die Ramets dichter gedrängt oder durch stark verlängerte Kriechtriebe weiter auseinander. Im sandreichen Schotter am Biafo-Gletscher (Karakorum) wurde ein Exemplar von nahezu 1.5 Meter Durchmesser ausgegraben (s. Fig. 1, Taf. 12 in HARTMANN, 1966).

Entgegen bisheriger Literaturangaben ist *Ephedra regeliana* im Einzugsgebiet des Indus von Ladakh viel häufiger und auch weiter verbreitet. Diese *Ephedra* zählt zu den charakteristischen Vertretern der Wüsten-Vegetation, da sie in anderen Pflanzengesellschaften in Ladakh kaum anzutreffen ist. Durch die gute Präsenz in Variante II (Tab. 1) ist das Vorkommen auf der linken Talseite des oberen Ladakh einigermassen dokumentiert. Für die rechte Talseite aber entspricht das nur vereinzelte Auftreten in Aufnahmen der Variante I keineswegs der wirklichen Verbreitung und Häufigkeit dieser Sippe. *Ephedra regeliana* wurde sehr oft in Granitgrus, Sand, wie auch in Schutt \pm einzeln wachsend angetroffen. Häufige Funde liegen vor aus dem Gebiet von Sabu, aus der näheren und weiteren Umgebung von Leh, Phyang, Ladakh Konka, aus dem Gebiet von Likir über Yangtang bis Ang. Nördlich von Likir wurde die Art in einer Aufnahme (Nr. 273) noch bei 4050 mNN registriert.

Biotische Einflüsse:

Als Weidetiere der subalpinen Wüste kommen vor allem Schafe und Ziegen, seltener Rinder und Dzos in Frage. Yaks meiden die subalpinen Gebiete; sie beweideten die Hochlagen der alpinen Stufe. Im Sommer wird man in der Wüste gewöhnlich keine weidenden Tiere beobachten. Durchziehende Herden können freilich jederzeit die spärliche Pflanzendecke schädigen und im Wachstum beeinträchtigen.

Nach Dr. Mohammed Deen in Leh (mündl. Mitteilung) erfolgt eine Beweidung im Frühjahr und im Herbst, bleibt in der Wirkung auf die Vegetation im allgemeinen jedoch eher gering. Da Wachstum und Zustand der Pflanzendecke vom stark wechselnden jährlichen Witterungsablauf abhängen, ist auch der Weideeinfluss über die Jahre schwankend. Relativ viel Schnee im Winter bzw. eine länger verbleibende Schneedecke und viel Regen im Juli und August bieten beste Voraussetzungen für eine Beweidung. Auf schneearme Winter und trockene Sommer dürfte ein sehr bescheidener Weideeinfluss folgen, oder der Weidegang ist dann ausserhalb bewässerter Gebiete ganz in Frage gestellt. Nach einem Sommer mit "guten" Regen (1994) wird aus dem Industal Ladakhs sogar im Oktober noch vom weidenden Vieh berichtet!

4. Die einzelnen Gebietsabschnitte

4.1. Indusschlucht

Unter Indusschlucht wird hier lediglich der Talabschnitt im Unteren Ladakh zwischen Alchi und Khalsi verstanden. Es ist — wie bereits erwähnt — ein kurzes Teilstück der heutigen Kashmirroute, worüber schon berichtet worden ist (HARTMANN, 1983); deshalb genügt an dieser Stelle eine kurze Zusammenfassung.

Die 6 Vegetationsaufnahmen aus der Indusschlucht wurden mit 7 weiteren Aufnahmen aus der Umgebung von Leh in der entsprechenden Tabelle als "Rohbodengesellschaften der Halbwüste" vereinigt. Die daraus abgeleiteten Stetigkeitsklassen bilden die Kolonnen A und B von Tabelle 1. Mit der Bezeichnung "Halbwüste" ("Wüstensteppe") erfolgte eine Anlehnung an frühere Autoren. Nach der mittlerweile erworbenen Übersicht dürfte es nicht schwer fallen, dem Begriff "Wüsten-Vegetation" den Vorzug zu geben. Denn in den Niederungen entlang des Indus zwischen Khalsi und Alchi (3160-3310 mNN) bewegt man sich wiederholt in völlig steriler Fels- und Schuttwüste. Auf grössere Strecken ist *Capparis spinosa* die einzige Pflanze (Abb. in HARTMANN, 1983). Die Flächen für die Bestandesaufnahmen wurden vorzugsweise dort angelegt, wo auf den ersten Blick hin relativ mehr Arten zu erwarten waren. Trotzdem konnten in der Einheitsfläche von 150 m² nie mehr als 5 Arten notiert werden nebst einer durchschnittlichen Vegetationsbedeckung von knapp

5%! Die spärliche Vegetation auf den Schotter- und Schuttböden der Indusschlucht ist ohne Zweifel extremsten Lebensbedingungen ausgesetzt. Als eine Art "Leitpflanze" für diesen Abschnitt des Industales könnte *Nepeta floccosa* bezeichnet werden, die als einzige in 5 von 6 Aufnahmen — und dort erst noch relativ häufig — vertreten ist.

4.2. Hochterrassen zwischen Likir und Phyang

Aus der Richtung von Khalsi verlässt die Strasse nach Leh den Indus bei Saspol, um in einem weit ausholenden Umweg über den Ronga La der Schlucht auszuweichen. Der nahezu 3600 mNN erreichende und gar nicht passartige, flache Übergang führt über eine weite Hochfläche ins nächste Seitental von Basgo. Auch hier, soweit das Auge reicht, die eintönige Wüste, nicht selten vollständig vegetationslos, gelegentlich einzelne oder wenige Arten wie *Halogeton glomeratus*, *Ephedra rege-liana* und *Nepeta floccosa*. Ab und zu finden sich — besonders in den höheren Lagen — Artenkombinationen, wie sie durch Aufnahmen der Variante III dargelegt werden. Über die vollständige Artengarnitur einer Bestandesfläche von 150 m² nahe der Abzweigung nach Likir orientiert Nr. 20 in Tabelle 1.

Östlich der Mündung des Zanskar Rivers verlässt die Strasse die schluchartige Eintiefung des Indus (Photo 3) wieder, um nördlich davon über eine nächste passähnliche Hochfläche auf ca. 3600 mNN etliche Kilometer weiter im Osten — ungefähr südlich Phyang — die Ebene des Indus-Flusses zu erreichen. Dieser breite, flache Übergang — von den Einheimischen als Ladakh Konka bezeichnet — ist wie vermutlich auch der Ronga La durch eiszeitliche Gletscher geformt worden. Während die nordwestliche Seite rasch und steil ins Becken von Nimu abfällt, zieht sich die Strasse in Richtung Leh geradlinig über ausgedehnte, sanft geneigte Wüstenflächen zum Indus hin.

Ein flüchtiger Augenschein, wie er sich auf einer Fahrt zwischen der Abzweigung nach Phyang und Basgo in der zweiten Augsthälfte bietet, vermittelt etwa folgenden Eindruck: völlig vegetationslose Gebiete bilden eher die Ausnahme. Am häufigsten sind sehr lockere "Reinbestände" von *Haloxylon thomsonii*, oft dabei auch *Matthiola flavida* und *Tanacetum fruticosum*. Gelegentlich trifft man auf noch blühende Exemplare von *Crepis flexuosa*. Weiter westlich in Richtung Mündung des Zanskar Rivers finden sich *Lepidium latifolium* und *Christolea crassifolia* — meist einzelwachsend — nicht selten. Weniger häufig als im Westen Ladakhs begegnet man *Corydalis flabellata* oder *adiantifolia*. Andererseits bildet *Nepeta floccosa* stellenweise ansehnliche Herden. Weniger häufig als weiter im Osten tritt *Echinops cornigerus* auf und unterhalb etwa 3500 mNN grünt noch an extremsten Wuchsorten *Capparis spinosa* allein.

Genauere Informationen über eine eventuelle Änderung der Vegetation im allmählichen Anstieg zur Höhe des Ladakh Konka und darüber hinaus vermag nur eine Folge von etappenweise durchgeführten Bestandesaufnahmen zu geben. Dabei fällt auf, wie in der Untersuchungsfläche von meist 200 m² sowohl Artenzahl wie Deckungsgrad mit zunehmender Höhe deutlich ansteigen, und dies innerhalb von nur knapp 300 m Höhe.

Die erste Fläche dieser Überprüfung liegt 18 km westlich von Leh (Entfernung der Strasse entlang!) nahe an der Hauptstrasse, 3360 mNN, ungefähr südlich von Taru: Exposition 10° SE, Boden aus Granit-Geröllen mit sehr lockerem Grus und Sand dazwischen. Einzige Blütenpflanze ist — auch nach Verdoppelung der Aufnahmefläche auf 400 m² — *Haloxylon thomsonii* (Photo 23). Die Art ist zwar häufig (Artmächtigkeit 2), bleibt im Deckungsgrad aber deutlich unter 5%. Östlich dieser Stelle in Richtung Leh wuchs auf weite Strecken nichts; erst noch weiter unten vereinzelt *Echinops cornigerus*.

Die zweite Örtlichkeit auf gleicher Bodenunterlage befindet sich 20 km westlich von Leh auf 3450 mNN, Exposition 10° SE. In 200 m² wachsen: *Haloxylon thomsonii* (2) und *Matthiola flavida* (1) mit Deckungsgrad deutlich über 5%. Nochmals 100 m höher und 22 km westlich Leh wurde die Aufnahme von Tabellen-Nr. 23 (Tab. 1) durchgeführt mit 4 Arten und einer Vegetationsbedeckung zwischen 5 und 10%. Von der Höhe des Ladakh Konka, ca. 23 km westlich Leh, stammt schliesslich Aufnahme von Tabellen-Nr. 21 mit immerhin schon 8 Arten. Auf der anderen Seite des Ladakh Konka in Richtung Nimu liegen die unterschiedlichen Standorte der Aufnahmen von Tabellen-Nr. 17 und 31 mit 14 bzw. 13 Arten und mindestens 10% der Fläche deckend.

4.3. Südrand der Ladakh-Kette zwischen Ang und Likir

Wie bereits ausgeführt (2.4.), reicht die Indus-Molasse in diesem Gebiet einige Kilometer in nordöstliche Richtung über den Indus hinaus. Die einigermaßen dem Rande zwischen Molasse und Granit folgende alte Karawanenroute verbindet die Oasensiedlungen in den Quertälern über Pässe, die höchstens 4000 mNN erreichen.

Ang, die westlichste der selbst besuchten Siedlungen, ist von Wüste umgeben, die ganz durch die Gesteine der Molasse geprägt ist (Photo 7). Hangaufwärts wird die linke Talseite (\pm NW-Exposition) bis zum anstehenden Fels von Schutt aus Schiefern und Sandstein eingenommen. Solche Schuttböden tragen bestenfalls eine Pflanzendecke, wie sie durch die Bestände von Tab.-Nr. 4, 9 und 10 dargelegt wird. Obwohl Hangneigung und Beschaffenheit des Schuttsubstrats wechseln, fällt eine beachtenswerte Artenverbindung auf. Nicht weniger als sechs Taxa treten in allen drei Listen auf. Besonders bemerkenswert ist das gehäufte Vorkommen von *Platytenia lasiocarpa* subsp. *thomsonii*, einer Umbellifere, die in den übrigen 47 Aufnahmen der Wüste nur noch zweimal, aber mit geringerer Häufigkeit, festgestellt wurde. *Mattiastrum himalayense* ist innerhalb der Wüsten-Vegetation überhaupt nur hier in Bestandesaufnahmen aufgeführt.

Die auffällig hohe Artenzahl (16) in Fläche Nr. 4 ist vermutlich durch verschiedene Faktoren bedingt. Am wichtigsten ist anscheinend eine sporadisch günstigere Versorgung mit Wasser. Dafür sprechen vor allem die durch fließendes Wasser entstandenen Erosionsrinnen, die in höherer, steilerer Hanglage einem Couloir entspringen. Das Vorkommen von *Rosa webbiana* mag diese Vermutung bestärken. Zudem ist der Boden bei geringerem Gefälle an dieser Stelle im Wurzelraum sehr gut gefestigt. Und schliesslich werden durch Steine unterschiedlicher Grösse an der Oberfläche Kleinstandorte geschaffen, die von Bedeutung sein können.

Auf der rechten Talseite durfte auf eigentliche Vegetationsaufnahmen verzichtet werden, denn jene Talhänge in \pm Südostlage erwecken grossflächig einen vegetationslosen Eindruck. Vereinzelt wachsen einzelne Exemplare von *Echinops cornigerus*, hie und da auch *Stachys tibetica* oder sogar *Corydalis flabellata*.

Unerwartet wüstenhaft erscheinen — trotz grösserer Höhenlage — die Passübergänge zwischen den Siedlungen in den Nord-Süd-verlaufenden Quertälern: Meptek La zwischen Ang und Hemis Sukpachan (Photos 8, 12), Sermanchan La zwischen letzterem und Yangtang (Photos 9, 10). Über den Charatse La führt die Route nach Sumdo und von dort über den Pobe La in die Gegend von Likir (Photo 11). Auf grösseren Strecken unterwegs fühlt man sich in absoluter Wüste. Gesamthaft am häufigsten und vielfach ohne weitere Arten angetroffen wurde *Stachys tibetica*, seltener — jedoch bisweilen relativ häufig — *Echinops cornigerus*; anderen Pflanzen aber — mit Ausnahme vielleicht von *Tanacetum fruticosum* (Photo 24) — begegnet man über die Pässe (La) eher selten.

Hemis Sukpachan zählt mit ca. 100 Häusern und 3 kleinen Gompas (Klöster) zu den grösseren Ortschaften Ladakhs. Es verdankt seinen Namen den dort vorkommenden Wacholder-Bäumen. Durch diesen in Ladakh wahrscheinlich grössten Bestand von *Juniperus excelsa* M. Bieb. (*J. macro-poda* Boiss.) aus einigen Dutzend bis 10 m hohen Exemplaren mit z.T. meterdicken Stämmen (Photo 12) ist der Ort in der Literatur seit langem bekannt. SCHWEINFURTH (1957, p. 59) — sich auf frühere Autoren berufend — schreibt von "enormen Exemplaren von *Cedrus deodara* und *Juniperus excelsa*...", bemerkt dann aber, dass PAMPANINI (1930) in seiner Flora des Karakorum nur *Juniperus* angibt, nicht aber *Cedrus deodara*. Auch in der mündlichen Überlieferung ist tatsächlich von einem "Zedernwald" die Rede! Das Fehlen der Zeder bei Pampanini wird damit begründet, dass es sich hier nicht um einen natürlichen Standort handle; *Cedrus deodara* finde sich im westlichen Himalaya häufig in der Nähe von heiligen Stätten angepflanzt, was zweifellos zutrifft. Vielleicht aber ist ein anderer Grund naheliegender! Vermutlich wachsen da gar keine Zedern und gab es solche hier auch nicht. Die alte Angabe könnte auf einer Art Missverständnis beruhen. Denn die Einheimischen nennen den Wacholder "sukpa", "shukpa" oder "shupa", was nichts anderes bedeutet als Zeder. Im Englischen ist *Juniperus excelsa* die eigentliche "Himalayan Pencil Cedar" oder kurz "Pencil Cedar". Die echte Himalaya-Zeder — vor allem als "Deodar" bekannt — wäre wahrscheinlich aus ökologischen Gründen an gleicher Stelle, am Rande der Wüste in etwa 3300 mNN kaum zu erwarten.

Die 9 Bestandesaufnahmen aus der näheren und weiteren Umgebung von Yangtang entsprechen den Nummern 1-3, 5, 6, 11 und 14-15 in Tabelle 1. Sandsteine und vor allem Granit als Schutt bilden den Gesteinsuntergrund oberhalb der Oasenkulturen. Auffallend ist das fast ausschliessliche Vorherrschen einzelner Zwerg- oder Halbsträucher in den Aufnahmeflächen. Mit einer Präsenz von 100% fällt im Raum von Yangtang *Artemisia brevifolia* besonders auf, gefolgt von *Krascheninnikovia* und *Tanacetum fruticosum*, seltener bereits *Stachys tibetica*. Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, dass diese Aufnahmelisten fast ausschliesslich Differentialarten (1. Gruppe) und charakteristische oder häufige Arten der Wüste enthalten. Wo *Artemisia* dominiert, liegt die Vegetationsbedeckung mit ca. 20% über dem Durchschnitt; der Wurzelraum ist durch vorwiegend gut gefestigten Sand, Grus oder Feinschutt gekennzeichnet. Andernorts wird eine solche Vegetation vielleicht als "Artemisia-Halbwüste" angesprochen? Ungeachtet der Expositionsunterschiede hält sich diese gleichförmig monotone Wüstenvegetation bis etwa 4000 mNN unverändert; dann beginnt der anstehende Fels. Nicht selten ist der spärliche Pflanzenbewuchs in Hangmulden "kontrahiert", wie z.B. in Photo 13 (entspr. Tabellen-Nr. 6) zu sehen.

Unterhalb der nun erwähnten Siedlungen fliessen die Bäche — tief in die Schichtfolgen der Indus-Molasse einerosiert — in südsüdwestlicher Richtung dem Indus zu. Das Tal südlich Yangtang bis zu dem aus nordwestlicher Richtung mündenden Seitentälchen mit dem Kloster Rizong macht einen weitgehend sterilen Eindruck. Davon ausgenommen ist der schmale Streifen entlang des Bachlaufs, der stellenweise sogar mit Rasen aus *Carex*- und *Kobresia*-Arten besetzt ist. Vereinzelt bereichern Strauch- und Baumgruppen das Grün des Talgrundes, hauptsächlich im unteren Abschnitt (Photo 14). Die vorherrschende Holzart ist *Salix pycnostachya* neben *Tamaricaria elegans*. Daneben findet sich immer wieder *Rosa webbiana* eingestreut, seltener sind Pappeln. Die Talhänge aber werden in den unteren Lagen von z. T. riesigen Schutthalden gebildet, die grösstenteils vegetationslos erscheinen (Photo 14). Sandsteine und Schiefer überwiegen, seltener sind Konglomerate oder von Gletschereis mitgeführte Granite.

An den Talflanken wachsen weiter unten nur sehr vereinzelt *Echinops cornigerus* und *Capparis spinosa*, seltener *Corydalis flabellata*, am Hangfuss jedoch gelegentlich *Stachys tibetica*, *Perovskia* und *Artemisia brevifolia*. Andere charakteristische oder häufige Wüstenpflanzen, wie *Krascheninnikovia* und *Tanacetum fruticosum*, erwiesen sich hier als sehr selten. Erwähnenswert ist im Hintergrund des Talkessels von Rizong das Vorkommen von *Ephedra intermedia* Schrenk. & Mey. an anstehendem Fels.

Vollständig im Granitgebiet der Ladakh-Kette liegen die Aufnahme-Orte von Tabellen-Nr. 7, 8, 12 und 13 nördlich Likir im Umkreis von einigen Kilometern. Die damit erfasste Wüstenvegetation vertritt die obere subalpine Stufe. Durch höhere Stetigkeit und relativ grosse Häufigkeit fallen besonders *Stachys tibetica* und *Stipa himalaica* auf, gefolgt von *Nepeta leucolaena* (*N. royleana* R. R. Stewart) und *Piptatherum gracile*, Arten, die auch in der Blockschuttgesellschaft mit *Stachys tibetica* zu den charakteristischen oder häufigeren gehören. Trotz des vergleichbaren Untergrundes (Blockschutt) bleibt die Ähnlichkeit oberflächlich; denn zur charakteristischen Artenkombination der *Stachys tibetica*-Gesellschaft gehören Taxa, die hier ganz oder grösstenteils fehlen, wie z.B. *Heraclium pinnatum*, *Silene moorcroftiana*, *Eritrichium canum*, *Physochlaina praealta* u.a. (HARTMANN, 1987). Ausserdem ist die Artenzahl pro Flächeneinheit deutlich höher und die Vegetationsbedeckung erreicht mindestens den doppelten Wert gegenüber den Wüstengesellschaften.

Bestände wie Nr. 7 und 12 (Tabelle 1) stellen den Zustand nahe am Übergang zur alpinen Stufe dar. Dieser Wechsel vollzieht sich im Gebiet nördlich Likir sehr fliessend über eine Höhendifferenz von schätzungsweise 100-200 Meter. Nachfolgende Aufnahme (Nr. 273) vermittelt einen Eindruck von der Vegetation im untersten Bereich der Übergangszone (Photo 15): NW-SE-verlaufendes Seitental nördlich Likir Gompa, 4050 mNN. Untergrund: Blockschutt aus Granit; Feinerde grusig-sandreich, gefestigt. Steine, die nicht abrutschen, bedecken ca. 85% der Bodenoberfläche. Deckungsgrad 25%, Exposition 30° N. Aufnahmefläche 100 m²:

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 3 | <i>Artemisia brevifolia</i> Wall. | + | <i>Nepeta leucolaena</i> Benth. ex Hook. |
| 2 | <i>Androsace robusta</i> (Knuth) Hd.-Mz.
subsp. <i>robusta</i> Y. Nasir | +° | <i>Minuartia kashmirica</i> Mattf. |
| | | + | <i>Stipa himalaica</i> Roshev. |

2	<i>Stipa orientalis</i> Trin.	+	<i>Euphorbia tibetica</i> Boiss.
1	<i>Elymus longe-aristatus</i> Tzvel. subsp. <i>canaliculatus</i> Tzvel.	+	<i>Oxytropis microphylla</i> (Pal.) DC.
1	<i>Piptatherum gracile</i> Mez	+	<i>Gypsophila sedifolia</i> Kurz
+	<i>Platytaenia lasiocarpa</i> Rech. f. & Riedl subsp. <i>thomsonii</i> Rech. f. & Riedl	+	<i>Stachys tibetica</i> Vatke
+°	<i>Ephedra regeliana</i> Florin	+	<i>Cicer microphyllum</i> Benth.

Die Aufnahme — mit 4 Differentialarten und 5 Vertretern aus der Gruppe der häufigen oder charakteristischen Arten der Wüste — liesse sich auch in Variante I der Tabelle 1 einordnen. Der Deckungsgrad von mindestens 25%, die hohe Artmächtigkeit von *Artemisia brevifolia* und “neue” Sippen, wie *Androsace robusta* und *Gypsophila sedifolia* oder solche, die in Tabelle 1 nur einmal vorkommen, wie *Minuartia kashmirica* und *Oxytropis microphylla*, weisen doch auf deutlichere Beziehungen zur *Artemisia*-Steppe bzw. -Halbwüste hin. Rein äusserlich gesehen setzt sich diese *Artemisia*-Halbwüste bis zur Kammhöhe bzw. bis zum anstehenden Fels um ca. 150-200 Höhenmeter fort. Vom gegenüberliegenden Hang aus gesehen, zeichnet sich nach oben hin nur eine ganz bescheidene Verdichtung der Pflanzendecke ab.

4.4. Talerweiterungen von Leh und benachbarter Siedlungen

Unterhalb der Hauptstadt Leh (3515 mNN) öffnet sich das Seitental deltaförmig über mehrere Kilometer dem Indus zu. Die gut bewässerten Kulturen der grössten Oasensiedlung Ladakhs erstrecken sich im zunächst sanft ansteigenden Seitental weit nach Norden. Nahe 3800 mNN werden letzte Gerstenäcker im nun schmälern Talboden von Weiderasen abgelöst, die ihre Existenz wasserzügigen Stellen im Boden verdanken. Am Rande der künstlich oder natürlich bewässerten Felder beginnt scharf begrenzt die Wüste, welche die Landschaft ringsum beherrscht soweit der Blick reicht.

Mit 7 Aufnahmen aus der näheren Umgebung von Leh ist die Vegetation unter dem Titel “Rohbodengesellschaften der Halbwüste” (HARTMANN, 1987, Tab. 4) beschrieben worden. Diese Bestände sind in Kolonne A der Tabelle 1 als Stetigkeitsklassen zusammengefasst.

Mit den Aufnahmen Nr. 27, 28 und 32 (Tab. 1) wird das Bild der Wüstenvegetation in der Region Leh ergänzt. Die hohe Präsenz von *Haloxylon thomsonii*, *Ephedra regeliana*, *Matthiola flavida* und *Stipa orientalis* wird weitgehend bestätigt. Ebenso verbreitet scheint *Stipa himalaica* zu sein, die früher wahrscheinlich übersehen wurde, weil die Erkennung im abgefressenen, sterilen Zustand Schwierigkeiten bereitet. Nicht gerecht wird die Tabellendarstellung dem Vorkommen von *Capparis spinosa*, die in Schutt am Burghügel des Namgyal Tsenmo an verschiedenen Stellen wächst, an einem Ort in anstehendem Fels zusammen mit *Lycium ruthenicum* Murr., einem Strauch, den ich sonst nur noch an der Strasse ca. 10 km westlich Nimu gefunden habe. Weitflächig tonangebend und die dürftige Pflanzendecke bildend verhält sich andererseits *Echinops cornigerus* (Photos 5, 16).

Wie erwähnt, sind sämtliche Standorte durch Rohböden gekennzeichnet, die aus granitischem Gestein bestehen oder aus solchem durch Verwitterung hervorgingen. Dass in Geländedepressionen oft nicht nur die einzelnen Individuen dichter zusammenschliessen, sondern auch mehr Arten pro Flächeneinheit zu wachsen vermögen, kann nachstehende Bestandesaufnahme (Nr. 219) illustrieren: Flache Hangmulde der Wüste am westlichen Rand über den oberen Weiden des Seitentales nördlich von Leh. Untergrund: Schutt und Blockschutt, Sand und Grus von hellerer Farbe (weil frischer) als an den Seiten der Vertiefung, 3780 mNN; Exposition 10° SE; Deckungsgrad 15%; 150 m²:

2	<i>Ephedra regeliana</i> Florin	+	<i>Gypsophila sedifolia</i> Kurz
2	<i>Crepis flexuosa</i> Benth. & Hook. f.	+	<i>Chesneya cuneata</i> (Benth.) Ali
1	<i>Matthiola flavida</i> Boiss.	+	<i>Erodium tibetanum</i> Edgew.
1	<i>Polygonum rottboellioides/polycnemoides</i> Jaub. & Spach	+	<i>Halogeton glomeratus</i> C. A. Mey.
+	<i>Tanacetum fruticosum</i> Led.	+	<i>Oxytropis microphylla</i> (Pall.) DC.
		+	<i>Chenopodium botrys</i> L.

- | | |
|--|--|
| + <i>Artemisia brevifolia</i> Wall. s.l. | + <i>Piptatherum gracile</i> Mez |
| + <i>Stipa orientalis</i> Trin. | + <i>Senecio krascheninnikovii</i> Schischk. |
| + <i>Stipa himalaica</i> Roshev. | + <i>Carex stenophylla</i> Wahlb. |
| + <i>Stachys tibetica</i> Vatke | + <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) |
| + <i>Silene moorcroftiana</i> Wall. | Gueld. |
| 1 <i>Euphorbia tibetica</i> Boiss. | + <i>Chenopodium cf. album</i> L. |

Die unerwartete floristische Reichhaltigkeit auf vergleichsweise begrenzter Fläche inmitten der Wüste, in der nur vereinzelte Büsche von *Stachys tibetica* auffallen, kann nur durch eine verbesserte Versorgung mit Wasser erklärt werden. In solchen Hangvertiefungen ist mit gelegentlichem Abfließen von gesammeltem Niederschlagswasser an der Oberfläche zu rechnen. Darauf hin weisen u.a. kleinste Erosionsspuren, die von unregelmässig deponierten Sand-Schluff-Ablagerungen unterbrochen sind. In einem ähnlich schwach geneigten, sehr flachen und breiten "Couloir" liegt einige Kilometer weiter südlich Aufnahme- und Abflussfläche von Tabellen-Nr. 28. Der relative Artenreichtum (14) in beinahe extremer Wüste ist auch dort auf dieselben Ursachen zurückzuführen.

Andererseits hat der Mensch die Möglichkeit, durch unterschiedliche Bewässerung aus Wüste gleichsam eine Ersatzvegetation zu erhalten, die von steppenartigem Bewuchs über eigentliche Futterwiesen bis zu den intensiv bewässerten Getreide- und Gemüsekulturen reichen kann. Nachfolgende Aufnahme (Nr. 215, vom 17.7.1992) südlich unterhalb Leh orientiert über die Artenkombination eines Bestandes, der seine Existenz einem nur geringen zusätzlichen Wassereinfluss verdanken dürfte: ca. 3-4 km nordöstlich Spituk, ca. 3380 mNN. Areal (4-5 Hektaren) teilweise von Trockensteinmauer umrandet, nach unten und seitlich von nahezu pflanzenloser Wüste umgeben. Untergrund: sand- und grusreicher Granitschutt; Feinerde aus skelettreichem Sand-Grusgemisch von ocker-brauner Farbe; gerundete Granitsteine bedecken ca. $\frac{1}{3}$ der Bodenoberfläche; pH-Wert in 10 cm: 7.7 (KCl); deutliche, aber nicht starke Carbonatreaktion; Exposition 5° SW; Deckungsgrad 10%; 150 m.²

- | | |
|--|---|
| 2 <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Guelden. | + <i>Descurainia sophia</i> Webb. & Berth. |
| 2 <i>Ephedra regeliana</i> Florin | (+) <i>Chenopodium album</i> L. |
| 2 <i>Polygonum rottboellioides</i> Jaub. & Spach | (+) <i>Stipa orientalis</i> Trin. |
| 1 <i>Bassia stellaris</i> Bornm. | r <i>Arnebia guttata</i> Bunge |
| 1 <i>Matthiola flavida</i> Boiss. | r <i>Astragalus oplites</i> Benth. |
| 1 <i>Salsola kali</i> L. subsp. <i>ruthenica</i> (Iljin) Soó | r <i>Medicago sativa</i> L. |
| 1 <i>Carex stenophylla</i> Wahlb. | t <i>Chenopodium botrys</i> L. |
| + <i>Halogeton glomeratus</i> C. A. Mey. | r <i>Crepis flexuosa</i> Benth. & Hook. f. |
| | (+) <i>Ephedra intermedia</i> Schrenk. & Mey. |

Nach den Dungspuren zu schliessen, werden auf der abgegrenzten Fläche zu gewissen Zeiten Weidetiere gehalten. Ungefähr 200 m oberhalb der Aufnahme- und Abflussfläche beginnt eine Anpflanzung von *Salix*-Büschen, der zweitweise von weiter oben Wasser zugeleitet wird. Vermutlich gelangen nun geringe Mengen überschüssigen Wassers — an der Oberfläche oder im Boden — gelegentlich bis zum abgegrenzten Bezirk mit der Bestandesfläche, wo eine ähnliche Wirkung erzielt wird wie in einer Hangdepression unter natürlichen Bedingungen.

Eine vergleichbare, abgegrenzte grössere Fläche mit "Sekundärvegetation" sah ich (1987) unterhalb der Oasen-Siedlung Sabu im benachbarten Seitental südöstlich von Leh. Gesamthaft bot der nicht sehr homogene Bestand das Bild einer *Artemisia*-Steppe mit *Artemisia brevifolia*, *Astragalus oplites*, *Polygonum polycnemoides*, *Bassia stellaris* u.a. mit einem Deckungsgrad von nahezu 50% (s. Photo 17). Das zeitweise als Weide genutzte Areal — von nahezu reiner Wüste umgeben — wäre ohne eine minimale Bewässerung nicht denkbar. Von einer günstigeren Versorgung mit Wasser zeugt u.a. der am oberen Rand angepflanzte *Salix*-Bestand (Photo 17). Unbekannt bleibt aber, wie weit eventuell gezielt oder nur nebenbei Wasser in die anschliessende "Artemisia-Steppe" gelangt?

Die Verbindungsstrasse zwischen Leh und Sabu führt grösstenteils durch Sandwüste mit äusserst dürrtümigem Pflanzenbewuchs. Verhältnismässig häufig finden sich nur gerade *Echinops cornigerus* (Photo 5) und *Arnebia guttata* (Photo 6). Andere Arten, wie *Chesneya cuneata* und eine *Stipa*-Art, sind nur selten zu sehen. Entlang der langgestreckten Oase von Sabu steigt die Artenzahl

pro Einheitsfläche in der Wüste mit zunehmender Höhe nur langsam an. Über die Verhältnisse in unterschiedlicher Exposition auf der Höhe des oberen Oasenrandes (ca. 3800 mNN) orientieren die Aufnahmen der Tabellen-Nr. 18 und 19. Am gleichen Hang mit Aufnahme Nr. 19 wuchsen ausserhalb der Fläche noch *Crepis flexuosa*, *Chesneya cuneata* und *Chenopodium botrys*. Eine andere Stelle am gleichen Hang fiel durch einen spärlichen Wasserhorizont auf. Im kleinflächigen Rasen von wenigen m² wuchs u.a. reichlich *Glaux maritima* L.

Das Seitental westlich von Leh mit der Siedlung Phyang öffnet sich ungefähr beim gleichnamigen Kloster ins Haupttal. Letzteres ist über eine wenige Kilometer lange Zufahrtsstrasse von der Hauptroute aus erreichbar. Beidseits der Zufahrtsstrasse und weiter oben ausserhalb der Kluturen erscheint das Land über weite Strecken vegetationslos. In den Granitfelsen nördlich des Klosters und über einem Teil der Siedlung konnten auf ungefähr 3400 mNN vereinzelt wachsend folgende Blütenpflanzen notiert werden: *Artemisia brevifolia* s.l., *Ephedra intermedia*, *Ephedra regeliana*, *Stachys tibetica*, *Salsola kali* subsp. *ruthenica*, *Halogeton glomeratus*, *Chenopodium album*, *Tanacetum fruticosum*, *Capparis spinosa*, *Rosa webbiana*, *Crepis flexuosa*, *Perovskia abrotanoides* und *Krascheninnikovia ceratoides*. Von Pflanzengesellschaften zu sprechen ist in dieser Höhenlage ausserhalb bewässerter Felder unmöglich.

4.5. Linke Talseite im Gebiet von Stok, Hemis/Martselang und südlich Upshi

Auf der linken Seite des Indus bestimmen im Oberen Ladakh fast ausschliesslich riesige Schuttfächer das Landschaftsbild der Talniederung zwischen Martselang und Stok. Das Gesteinsmaterial in Form von Schutt und Geröll entstammt grösstenteils den anstehenden Molasse-Schichten (Eocæn-Miocæn) weiter im Süden. Die in \pm ebener oder schwach geneigter Hanglage ausgebildete, fast vegetationslose Schutt- und Steinwüste setzt sich nordwestlich Stok über mehrere Kilometer in Richtung des Flusslaufs fort, bis sie sich dann in unwegsamem Gelände und schliesslich in der Indusschlucht verliert.

Ob die Verhältnisse nun auf den grossflächigen alluvialen Schotterböden untersucht werden oder auf kolluvialen Gehängeschutt am Rande der Schuttkegel, überall trifft man auf Übergänge von nahezu extremer Wüste bis hin zur eigentlichen Gesellschaft, wie sie durch die Aufnahmen der Variante II (Tab. 1) belegt ist. Im Gesamtareal dürften die schwächer bewachsenen Böden deutlich überwiegen. Unter den gegebenen Bedingungen ist in dieser Höhenstufe eine dichtere und artenreichere Pflanzendecke, als wie sie durch die Bestände der Variante II repräsentiert wird, nicht zu erwarten. Dabei ist auch auf der linken Seite des Indus das Phänomen der "kontrahierten Vegetation" durchaus verbreitet. Beispiele dafür bieten folgende Bilder: Photo 18 auf Schotter eines Schuttkegels, Photo 19 auf alluvialen Schutt eines Seitentälchens und Photo 20 auf kolluvialen Gehängeschutt.

Die aus der weiteren Umgebung von Hemis und Stok stammenden Aufnahmen treten durch eine eher unerwartete floristische Einheitlichkeit hervor. In jedem Fall bestimmen die Arten der Gruppen 2 (Differentialarten) und 3 die Struktur der Einzelbestände sowohl, was die Häufigkeit wie, was die Artmächtigkeit betrifft. Durch absolute Stetigkeit zeichnen sich *Crepis flexuosa*, *Stipa orientalis* und *Tanacetum fruticosum* aus. Und in 8 von 10 Aufnahmen treten immerhin vier weitere Arten auf: *Erodium tibetanum*, *Arnebia guttata*, *Nepeta floccosa* und *Matthiola flavida*. Beachtenswert ist die früher geäusserte Tatsache, dass diese Bestände trotz bescheidener Vegetationsbedeckung (5-15%) eine verhältnismässig höhere Artenzahl aufweisen (9-16).

Mit der Bestandesliste von Tabellen-Nr. 22 möge schliesslich ein Vegetationseindruck aus der langgezogenen Schlucht zwischen Upshi und Gya bzw. Lato im Osten Ladakhs vermittelt werden. Eine Fahrt durch die Schlucht südlich Upshi nimmt einerseits einen sehr abwechslungsreichen Verlauf, wenn der Blick auf die vielfältig verformten Sediment-Formationen ausgerichtet ist, die sich in den Felskulissen unterschiedlicher Färbung beidseits des Flusses manifestieren. Andererseits bietet sich das Pflanzenleben ausserhalb des Flussbetts und vereinzelter wasserzügiger Stellen als äusserst dürrtige Fels- und Schuttwüste dar. Verglichen mit ähnlichen Standorten weiter nördlich erweist sich der Bestand Nr. 22 am südlichen Eingang in die Schlucht noch als artenreich! Sporadisch zufließendes Wasser aus einer Felsrinne am Ursprung des Schuttkegels dürfte dafür verantwortlich sein. Weiter im Schluchttinneren — in Richtung Upshi — wird die Vegetation spärlicher.

Im besten Fall zählt man am Schutthang noch ganz wenige Arten, wie z.B. *Stachys tibetica*, *Tanacetum fruticosum* und *Crepis flexuosa* (Photo 21). Andernorts aber finden sich nur noch vereinzelte Exemplare einer Art und streckenweise oft gar keine Pflanzen mehr.

Trotz der Höhenlage von 4050 mNN lässt die Artenkombination in der Bestandesfläche Nr. 22 auf keinerlei Wechsel zum Übergang in die alpine Stufe schliessen. In diesem östlichen Landesteil ist ein solcher erst in mindestens 200 m höherer Lage zu erwarten. Mit nachfolgender Aufnahme (Nr. 269) weiter im Südosten des gleichen Tales ist der Grenzbereich zur alpinen Stufe anscheinend erreicht: Südöstlich oberhalb Rumtse nahe der Strasse, 4300 mNN; Exposition 20° NE; Deckungsgrad 15%; Aufnahme­fläche 150 m². Untergrund: Geröllschutt aus verschiedenen Gesteinen, mit sehr skelettreicher, sandig-schluffreicher Feinerde (hell ocker); mittelgrobe Gerölle bedecken ca. 1/4 der Bodenoberfläche:

2	<i>Stipa breviflora</i> Griseb.	1	<i>Ptilotrichum canescens</i> (DC.) C. A. Mey.
2	<i>Oxytropis microphylla</i> (Pal.) DC.	+	<i>Euphorbia tibetica</i> Boiss.
2	<i>Tanacetum fruticosum</i> Led.	+	<i>Stachys tibetica</i> Vatke
1	<i>Stipa orientalis</i> Trin.	+	<i>Crepis flexuosa</i> (DC.) Benth. & Hook. f.
1	<i>Potentilla bifurca</i> L.		

Aus einiger Entfernung ist zwar wegen des geringen Deckungswerts kaum ein Unterschied gegenüber der Wüstenvegetation auszumachen. Arten jedoch wie *Potentilla bifurca*, *Stipa breviflora*, *Ptilotrichum canescens* sind neu und weisen — zusammen mit dem gehäuften Auftreten von *Oxytropis microphylla* — doch deutlich auf die alpine Stufe hin.

5. Vegetation am Übergang zur alpinen Stufe

Kurze Beschreibungen über die Vegetationsverhältnisse in der unteren alpinen Stufe finden sich in früheren Berichten (HARTMANN, 1983 und 1987). Für die Indusschlucht im Unteren Ladakh können die Ergebnisse aus dem Gebiet südlich Lardo (Lardo Brok) als Grundlage dienen. Die subalpine Wüste reicht an den steilen, ± nordexponierten Flanken auf Schutt und Fels bis etwa 4000 mNN. Dann erfolgt ein relativ rascher Wechsel in artenreichere Gesellschaften, die je nach Beschaffenheit des Schuttbodens der *Stachys tibetica*-Gesellschaft auf Blockschutt oder der alpinen Schuttsteppe mit *Aconogonum tortuosum* und *Nepeta glutinosa* nahestehen. Letztere, mit bis zu 20 Arten pro 100 m² und einem Deckungsgrad von 45-70%, stellt in jenem Gebiet die dominierende Vegetation in der unteren alpinen Stufe dar.

In den südlichen Seitentälern von Matho, Stok und dem westlichen Paralleltal von Rumbak/Kanda La ist der Übergang in die alpine Stufe nicht klar ersichtlich. Neben den flussbegleitenden Weiden-Gebüsch­en ist das Pflanzenleben weitgehend auf Spezialstandorte beschränkt, wie Felsen, Schuttkegel und -halden aller Art. Sporadische und permanente Wasseraustritte können die Mannigfaltigkeit der Wuchsbedingungen zusätzlich erhöhen.

Die weitverbreiteten Schutthänge in diesen Schluchten sind von etwa 3800 m an aufwärts vor allem von ± typischer *Stachys tibetica*-Gesellschaft bewachsen, in der gelegentlich auch *Tanacetum fruticosum* zur Dominanz gelangt. Im Tal nördlich vom Kanda La wurde ein letzter Bestand in charakteristischer Zusammensetzung weit über dem oberen Schlucht-Eingang — bei Yurutse auf ca. 4200 mNN — aufgezeichnet. Darüber setzt sich — mit zunehmender Höhe deutlicher werdend — die alpine Steppe mit *Artemisia gmelinii* durch.

In den benachbarten Seitentälern bleibt die *Stachys tibetica*-Schuttsteppe auf die Schluchten beschränkt. Diese öffnen sich oberhalb 4000 m in flachere Gefilde, die den Sommer über als Weide genutzt werden. Am Beispiel von Matho Phu (Phu = Alp) besteht diese Weide mindestens in der unteren alpinen Stufe grösstenteils aus der Steppe, in der die Igelpolster von *Acantholimon lycopodioides* den Ton angeben; sie beginnt in einer Höhe von ca. 4200-4300 m.

Auf den Vegetationswechsel als Übergang zur alpinen Stufe am Südrand der Ladakh Range ist bereits in Kap. 4.3. (Aufn.-Nr. 273) aus dem Gebiet von Likir berichtet worden. Ein solcher Standort vertritt die Bedingungen im Haupttal des Indus natürlich besser im Vergleich zu den Örtlichkeiten im Hintergrund langgezogener schluchtartiger Seitentäler, wie Matho Phu und Stok Phu.

Tabellen-Nr.		1	2	3	4
Aufnahme-Nr. (+ 200)		25	26	27	28
Höhe mNN ($\times 10$)		430	425	411	405
Exposition		SE	E	SSE	E
Neigung (Grad)		25	20	20	20
Deckungsgrad (%)		60	50	45	30
Aufnahmefläche (m ²)		100	100	100	100
Artenzahl		10	12	12	9
CH	<i>Artemisia brevifolia</i> Wall. s.l.	3	3	3	.
H	<i>Piptatherum gracile</i> Mez	1	1	1	1
Ch	<i>Tanacetum fruticosum</i> Ledeb.	+	+	1	<u>3</u>
Ch	<i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Steckm.	2	r	1	r
Ch	<i>Acantholimon lycopodioides</i> Boiss.	1	r	r	r
H	<i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.) Tzvel. 1)	2	2	1	.
NP	<i>Rosa webbiana</i> Wall. ex Royle .....	.	r	r	r
H (Ch)	<i>Nepeta glutinosa</i> Benth. 2)	2	r	.	.
Ch, H, G	<i>Euphorbia tibetica</i> Boiss.	r	+	.	.
Ch	<i>Stachys tibetica</i> Vatke	+	.	.	1
H	<i>Stipa orientalis</i> Trin. ....	.	1	+	.
H	<i>Stipa himalaica</i> Roshev. ....	.	.	2	2
Ch, H	<i>Nepeta leucolaena</i> Benth. ex Hook. f. ....	.	.	1	2
H, (G)	<i>Potentilla bifurca</i> L.	+	.	.	.
H, G	<i>Carex cf. stenophylla</i> Wahlenb. ....	.	1	.	.
Ch	<i>Astragalus oplites</i> Benth. ....	.	+	.	.
H	<i>Poa versicolor</i> Boiss. subsp. <i>araratica</i> Tzvel. ....	.	.	1	.
H	<i>Heracleum pinnatum</i> C. B. Clarke .....	.	.	r	.
H (G)	<i>Matthiola flavida</i> Boiss. ....	.	.	.	+

Tabelle 2. — *Artemisia*-Steppe im Grenzbereich zur alpinen Stufe.1) subsp. *canaliculatus* (Nevski) Tzvelev; 2) auf loserem, feinerem Schutt dominierend.

Vergleichbare Einblicke in den Vegetationsverlauf zur alpinen Stufe vermittelt ein Abstecher ins West-Ost-verlaufende Seitentälchen (vom Industal aus ein Seitental 2. Ordnung!) mit dem kleinen Kloster Götsang südwestlich über Hemis. Die vier Vegetationsaufnahmen in Tabelle 2 veranschaulichen gleichsam in umgekehrter Reihenfolge den Übergang von der oberen subalpinen in die alpine Stufe. Der Bestand von Nr. 4 entspricht in seiner Zusammensetzung am ehesten einer vearmten, untypischen *Stachys tibetica*-Gesellschaft an der oberen Grenze der subalpinen Stufe. Ob mit dem Bestand von Nr. 1 auf 4300 mNN die alpine Stufe bereits erreicht ist, scheint unsicher? Die doppelt so hohe Vegetationsbedeckung, das starke Auftreten von *Nepeta glutinosa* und *Artemisia gmelinii* sowie die deutliche Anwesenheit von *Acantholimon lycopodioides* und *Potentilla bifurca* lassen dies vermuten. Weil besagtes Tälchen bei ungefähr 4360 mNN in einem breiten Grateinschnitt endet, der seitlich von Felsen fortgesetzt wird, ist ein weiteres Studium der Pflanzendecke in höhere Lagen nicht möglich.

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 2

- Nr. 1. Seitentälchen mit Götsang Gompa südwestlich oberhalb Hemis, 4300 mNN. Untergrund: Schutt und Blockschutt aus vorwiegend Sandstein (grünlichgrau); Steine bedecken zu ca. $\frac{1}{2}$ die Bodenoberfläche; schluffreiche Feinerde in 10 cm leicht frisch (hellocker-bräunlich), sehr skelettreich; pH-Wert in 10 cm: 7.5 (KCl); Carbonatreaktion sehr schwach (2.8.1992).
- Nr. 2. Gleiches Tälchen wie Nr. 1, 4250 mNN. Untergrund: Schutt aus vorwiegend Sandstein und etwas Konglomerat; Steine bedecken ca. 40% der Bodenoberfläche; Feinerde im Wurzelbereich wie bei Nr. 1 (2.8.1992).
- Nr. 3. Gleiches Tälchen wie oben, 4110 mNN, nahe an unterer Grenze des dominierenden Auftretens von *Artemisia brevifolia*; Untergrund: Sandstein und Konglomerat als Schutt und Blockschutt; Bodenoberfläche zu ca. $\frac{3}{4}$ von Steinen eingenommen; Wurzelhorizont

überwiegend skelettig; Feinsand (grauocker) in 5-10 cm frisch; pH-Wert: 7.3 (KCl); Carbonatreaktion negativ! (2.8.1992).

- Nr. 4. Ca. 200 m westlich oberhalb Götsang Gompa (Kloster) im gleichen Tälchen wie vorige Aufnahmestellen, 4050 mNN. Untergrund: Sandsteine und Konglomerat als Schutt und Blockschutt nebst anstehendem Fels; Steine bedecken ca. $\frac{1}{3}$ der Bodenoberfläche; Wurzelbereich durch relativ hohen Feinsand- und Schluffanteil (hell ocker) ausgezeichnet.

Unverkennbar ist eine Ähnlichkeit zu der auch von *Artemisia brevifolia* dominierten Vegetation (Aufn.-Nr. 273, Kap. 4.3.) nördlich Likir. Andererseits fehlen in Tabelle 2 von den 15 Arten im Bestand Nr. 273 nicht weniger als 7.

Das dem Tal von Götsang genau gegenüberliegende, aber steiler abfallende Synklinaltal (Photo 22) mit West-Exposition lässt am oberen Ende in vergleichbarer Höhe eine ähnliche trichterförmige Erweiterung erkennen, deren Fläche deutlich grüner gefärbt ist. Der Grat am oberen Talende dürfte in annähernd gleicher Höhe verlaufen und der Übergang in die alpine Stufe wird sich dementsprechend etwa im selben Höhenbereich vollziehen.

In der breiten Gratlücke am oberen Ende des Tales über Götsang treten rote Schiefer und grünlichgrauer Sandstein zutage, an der Oberfläche oft zu Schutt verwittert. Auf der anderen Seite des Grates fällt der Hang über zerklüftete Schichtköpfe steil ins Industal ab (Photo 2). Die auf dem Grat und unmittelbar darunter gefundenen Pflanzen sind mehrheitlich solche, die in Tabelle 2 fehlen. Es wurde versucht, möglichst alle Gefässpflanzen zu registrieren (2.8.1992), jedoch ohne irgendwelche Gewichtung derselben; 4360 mNN (Höhenmesseranzeige):

<i>Acantholimon lycopodioides</i> Boiss.	<i>Paraquilegia anemonoides</i> (Willd.) Ulbrich
<i>Aconogonum tortuosum</i> (Don) Hara	<i>Piptatherum gracile</i> Mez
<i>Androsace robusta</i> (Knuth) Hand.-Maz.	<i>Poa versicolor</i> Boiss. subsp. <i>araratica</i> (Trauv.)
subsp. <i>robusta</i> Y. Nasir	Tzvel.
<i>Arnebia euchroma</i> (Royle) J. M. Johnst.	<i>Potentilla fruticosa</i> L. var. <i>pumila</i> Hook. f.
<i>Artemisia gmelinii</i> Web. ex Steckm.	<i>Potentilla sericea</i> L.
<i>Astragalus oplites</i> Benth.	<i>Rhamnus prostrata</i> Jacq.
<i>Biebersteinia odora</i> Steph.	<i>Rheum tibeticum</i> Maxim.
<i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.) Tzv.	<i>Saussurea glanduligera</i> Schultz-Bip.
subsp. <i>canaliculatus</i> (Nevski) Tzv.	<i>Stipa orientalis</i> Trin.
<i>Festuca olgae</i> (Regel) Krivot.	<i>Tanacetum</i> cf. <i>tomentosum</i> DC.
<i>Nepeta glutinosa</i> Benth.	
<i>Nepeta leucolaena</i> Benth. ex Hook. f.	

Die Pflanzen wachsen einzeln oder in kleineren und grösseren Gruppen auf Schutt, zwischen Steinen, seltener in Felsspalten. Mehr als die Hälfte der aufgeführten Arten hat ihre Hauptverbreitung in der alpinen Stufe, und diese dürfte damit — mindestens in der unteren Randzone — erreicht sein.

Unterhalb etwa 4300 m enthält der Schutt nebst dem vorherrschenden Sandstein stets kleinere oder grössere Anteile von Konglomerat. Im Blockschutt aus Sandstein und Konglomerat wachsen ausserhalb der Aufnahmeflächen zwischen 4200 und 4100 mNN relativ reichlich *Potentilla salesoviana* und *Arnebia euchroma*. Nach unten wird das Tal schmaler, die seitlichen Hänge werden steiler und felsiger, sodass der verfügbare Raum für eine Vegetation auf Schuttböden im untersten Abschnitt sehr stark eingeschränkt ist. Wo unterhalb etwa 3900 mNN Schutthänge bzw. -halden kleinflächig noch vorkommen, sind diese von reduzierten Beständen mit dominierendem *Tanacetum fruticosum* besetzt.

In den vorherrschenden Sandsteinfelsen wachsen lauter fakultative Felspflanzen, die daneben auch auf Schutt gedeihen. Unter den bemerkenswerten, z.T. auch "neuen" finden sich:

<i>Anaphalis virgata</i> Thoms. ex Clarke	<i>Limonium macrorhabdon</i> (Boiss.) O. Kuntze
<i>Androsace robusta</i> (Knuth) Hand.-Maz.	<i>Melica persica</i> Knuth subsp. <i>canescens</i> (Regel)
<i>Campanula pallida</i> Wall. var. <i>tibetica</i> Hara	Bor
<i>Inula obtusifolia</i> Kerner	<i>Rhamnus prostrata</i> Jacq.

Nur im Schutt wuchs *Allium oreoprasum* Schrenk. An wasserzügigen Stellen treten vereinzelt oder in kleinen Grüppchen wachsende Weiden auf (vermutlich *Salix pycnostachya*). Bereits weit oberhalb Hemis säumen eigentliche Pappel-Haine (vermutlich *Populus talassica*) den Bachlauf.

Mit der Bestandesaufnahme Nr. 269 (Kap. 4.5.) ist auf den Kontakt zur alpinen Stufe im Gebiet von Runtse hingewiesen worden. Dieser südöstlichste Grenzbereich des Untersuchungsgebiets (s. Abb. 1) liegt gegenüber den beschriebenen Lokalitäten bereits weiter vom Indus entfernt. Da dieser Landesteil neuerdings — wie auch die östliche Provinz Rupshu — über die Leh-Manali-Route relativ leicht erreichbar ist, lässt sich die Pflanzendecke im Tal südöstlich von Runtse lückenlos bis zur Vegetationsgrenze auf etwa 5300 mNN verfolgen.

Im Gegensatz zu den weiter im Westen gelegenen Gebieten ist der Grenzbereich subalpin-alpin in den arideren Hochlagen des Ostens nicht ohne weiteres auf grössere Entfernung durch die ± deutliche Grünfärbung zu erkennen. Der Übergang von der subalpinen Wüstenvegetation in die alpine Vegetation scheint sich hier innerhalb etwa 200 Höhenmeter zu vollziehen und ist nur an Ort und Stelle durch möglichst vollständige Artenlisten zu eruieren. Weil der Deckungswert der Klimaxgesellschaft (oder Gesellschaften?) in der unteren alpinen Stufe um wenig grösser ist, die Arten mit Hauptverbreitung in der alpinen Stufe aber deutlich überwiegen, dürfte die Bezeichnung alpine “Wüstensteppe” oder “Halbwüste” gerechtfertigt sein.

Aufgrund von zahlreichen Aufnahmen zwischen 4500 mNN und der Vegetationsgrenze im Südosten von Runtse, am Taglang La, ist die alpine Halbwüste von der subalpinen Wüstenvegetation rein “äusserlich” durch folgende Merkmale verschieden: die Vegetationsbedeckung von 20% wird in der Regel deutlich erreicht, eine solche von 30% aber kaum überschritten. Pro Einheitsfläche von 150 m² werden im Mittel 11-12 Arten gezählt; auf der Südseite des Taglang La sind es in vergleichbarer Höhe nur etwa 8. Zu den für die alpine Stufe charakteristischen Sippen gehören vor allem: *Stipa breviflora*, *Oxytropis microphylla*, *Dracocephalum heterophyllum*, *Scrophularia dentata*, *Artemisia gmelinii*, *Ptilotrichum canescens*, *Elymus nutans*, in grösserer Höhe auch *Artemisia minor*, *Elymus jacquemontii*, *Oxytropis tatarica* und andere mehr.

Nach oben hin wird die Halbwüsten-Vegetation schliesslich von einer alpinen oder hochalpinen Steppe abgelöst, in der — wenigstens auf der Nordseite des Taglang La — *Artemisia minor* durch grösste Stetigkeit und oft auch Dominanz auffällt. Die Höhe dieser Übergangszone wechselt, je nach Lage und Geländeform. In steiler SSW-Lage wurde dafür beispielsweise eine Meereshöhe von nahezu 4800 m registriert; in anderer Exposition kann der Übergang schon bedeutend tiefer erfolgen. Eine detailliertere Darstellung der Vegetationsverhältnisse im Südosten Ladakhs würde jedoch den Rahmen der vorliegenden Mitteilung sprengen; eine solche bleibt einem künftigen Bericht vorbehalten.



Photo 1. — Industal südöstlich Martselang (links Bildmitte im Schatten). Vordergrund: Vegetation, die der Aufnahme von Tab.-Nr. 34 entspricht.

Photo 2. — Industal zwischen Thikse und Karu/Hemis. Rechts bzw. nördlich (oben!) des Indus: Granit-Berge der Ladakh Range; Vordergrund: Schichtköpfe der Indus Molasse, von der Anhöhe (4360 mNN) über Götsang.



Photo 3. — Indus River wenige Kilometer östlich der Mündung des Zaskar Rivers (südlich Nimu). Blickrichtung nach Osten.

Photo 4. — *Nepeta annua* Pallas, nordöstlich unterhalb Hemis, ca. 3500 mNN.



Photo 5. — *Echinops cornigerus* DC., südöstlich Leh, ca. 3500 mNN.

Photo 6. — *Arnebia guttata* Bunge, östlich Leh, ca. 3550 mNN.

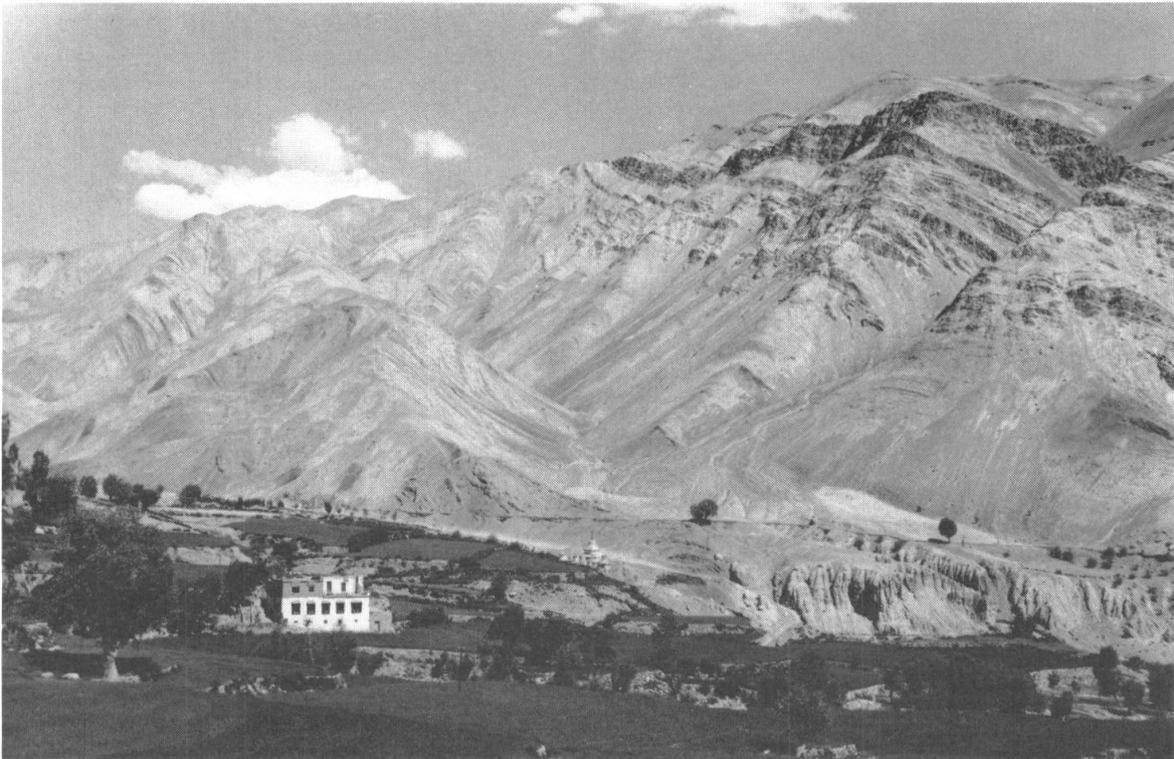


Photo 7. — Oberhalb Ang Richtung linke (östliche) Talseite: Schichten und Schutthänge der Indus Molasse. Vordergrund: Getreidekulturen.

Photo 8. — Wüstenlandschaft in der höheren subalpinen Stufe am Meptek La (rechts oben an grosser Schutthalde mit Fussweg). Anblick von Osten.



Photo 9. — Vorwiegend südexponierte Abhänge der Ladakh Range (Granit) in der subalpinen Wüste zwischen Hemis Sukpachan und Sermanchan La.

Photo 10. — Wüstenlandschaft am Kontakt der Indus Molasse (rechts) mit dem Granit der Ladakh Range (links i. Bild); im Hintergrund Charatse La, davor Yangtang. Blick von Westen.



Photo 11. — Blick vom Pobe La Richtung Südosten (im Hintergrund Ronga La); im Vordergrund *Corydalis flabellata*; mitte hinten: Teile der Oasen von Taruche und Ling (südlich Likir).

Photo 12. — Hemis Sukpachan: Teil des Wacholder-Bestandes (*Juniperus excelsa*) am Rand der Wüste.

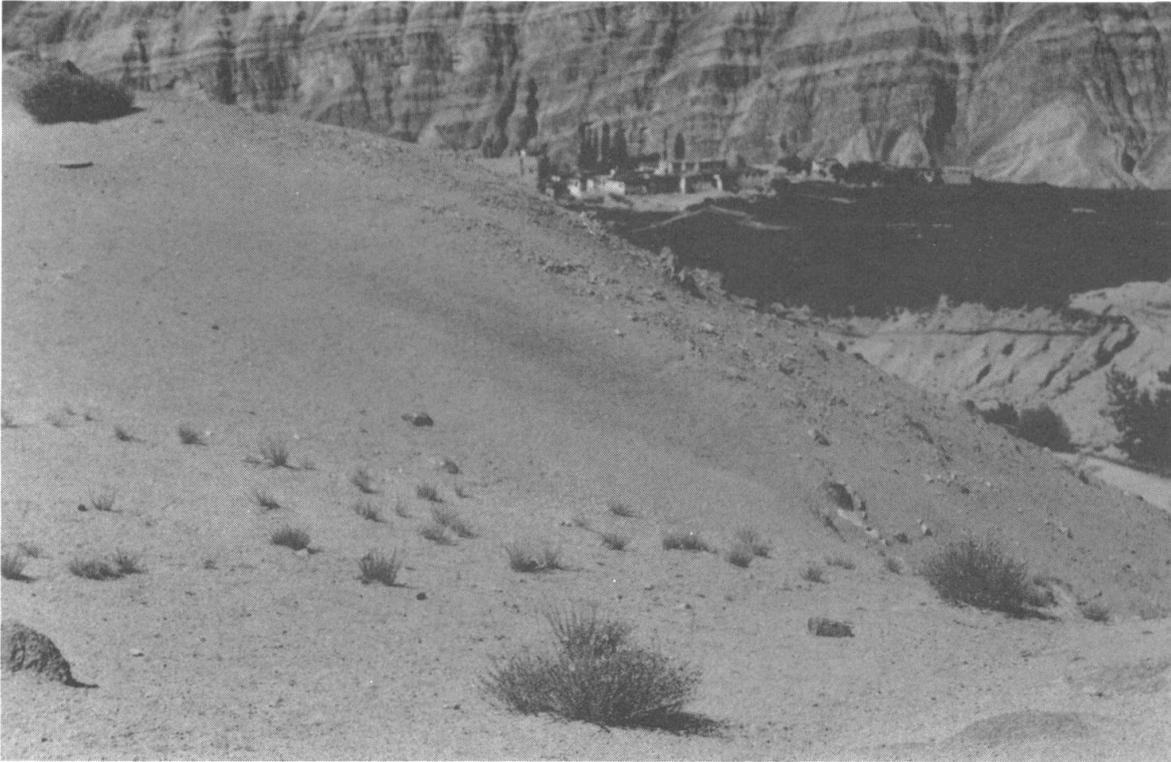


Photo 13. — Nordöstlich Yangtang; in Geländemulde "kontrahiert": *Stachys tibetica* (2 Expl.), dahinter *Tanacetum fruticosum* und *Artemisia brevifolia* (entspr. ungefähr Aufn. von Tab.-Nr. 6).

Photo 14. — Im N-S-verlaufenden Seitental der Indus Molasse zwischen Yangtang und Rizong.

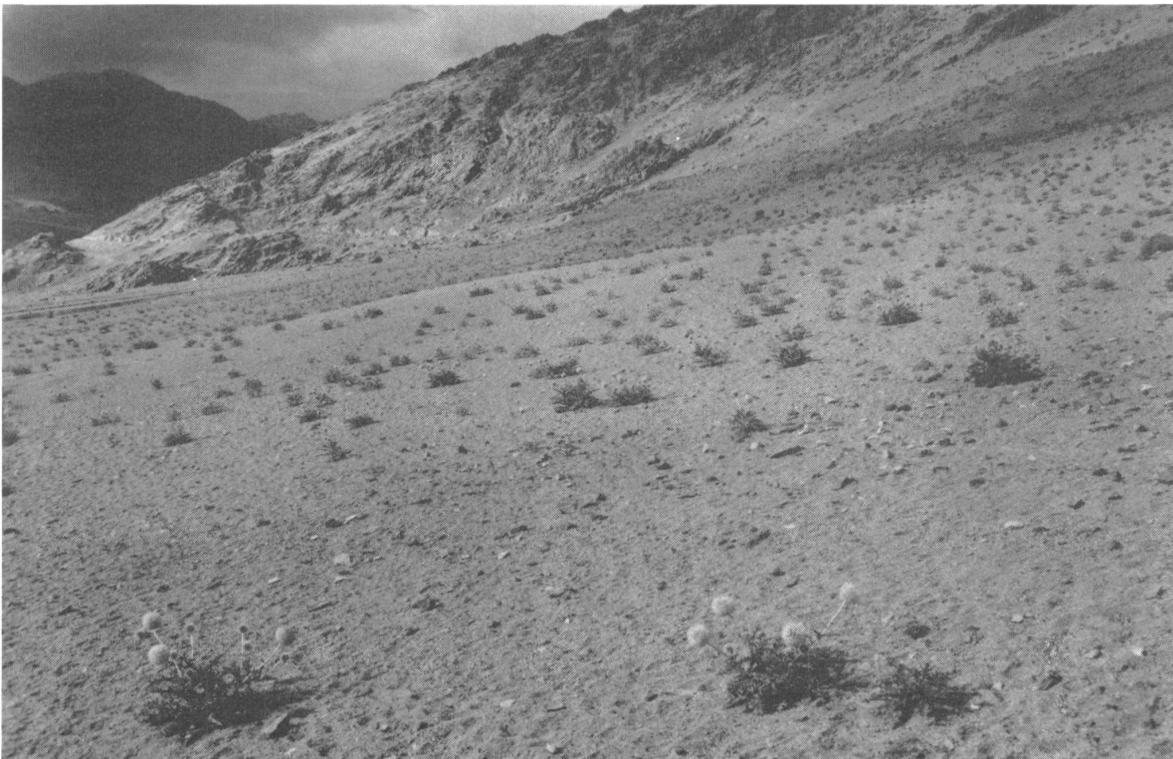


Photo 15. — N-exponierter Hang (Granit-Schutt) nördlich oberhalb Likir, im untern Bereich des Übergangs in die alpine *Artemisia*-Halbwüste entspr. Aufnahme Nr. 273, 4050 mNN.

Photo 16. — Variante II der Wüstenvegetation mit *Echinops cornigerus* östlich oberhalb Leh.



Photo 17. — *Artemisia*-Steppe (unterhalb Sabu) inmitten der Wüste, bedingt durch minimale Wasserzufuhr von bewässertem *Salix*-Bestand (oben).

Photo 18. — “Kontrahierte” Vegetation (Aufn. von Tab.-Nr. 36) auf Schotter östlich unterhalb Hemis (3460 mNN); deutlich erkennbar ist *Tanacetum fruticosum*.



Photo 19. — “Kontrahierte” Vegetation (Aufn. von Tab.-Nr. 37) auf alluvialem Schutt südlich oberhalb Stok 3630 mNN. Blickrichtung nach Südosten über oberste bewässerte Kulturen von Stok.

Photo 20. — “Kontrahierte” Vegetation (Aufn. von Tab.-Nr. 26) in breiter Rinne mit kolluvialem Schutt (links) südwestlich oberhalb Stok, 3730 mNN; rechts am Hang Aufnahmefläche von Tab.-Nr. 35.



Photo 21. — Schuttwüste in der Schlucht (Indus Molasse) einige Kilometer südlich Miru (Ost-Ladakh) mit *Stachys tibetica*, *Tanacetum fruticosum* und *Crepis flexuosa*.

Photo 22. — “Synklinaltal” (West-Exposition) gegenüber Seitental von Götsang südwestlich über Hemis. Grat am oberen Talende ca. 4300-4400 mNN.



Photo 23. — *Haloxylon thomsonii* Bunge, fruchtend, südlich oberhalb Stok, 3700 mNN.

Photo 24. — *Tanacetum fruticosum* Ledeb. in Granitschutt südöstlich oberhalb Leh, 3650 mNN.

LITERATURVERZEICHNIS

- BHANDARI, M. M. (1990). *Flora of the Indian desert*. Revised Edition. Jodhpur, 435 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl. Wien.
- CHABLOZ, Ph. & N. CREMIEU (1985). *Randonnée Zaskar et Ladakh*. Editions Olizane, Genève. 16 feuillets.
- DICKORÉ, W. B. (1991). Zonation of flora and vegetation of the northern declivity of the Karakoram / Kunlun Mountains (SW Xinjiang China). *Geo Journ.* 25(2/3): 265-284.
- DIERSSEN, K. (1990). *Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde)*. Darmstadt.
- DURANI, P. K., G. SINGH & P. KACHROO (1975). Phytosociological studies on the vegetation of Ladakh desert. *Annals of Arid Zone* 14(2): 75-86.
- ELLENBERG, H. (1956). *Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. H. Walter, Bd. IV, 1. Stuttgart.
- FREITAG, H. (1971). Die natürliche Vegetation Afghanistans. Beiträge zur Flora und Vegetation Afghanistans I. *Vegetatio* 22(4-5): 285-344.
- FREITAG, H. (1986). Flora und Vegetation. In: BUCHERER, P. & C. JENTSCH (Hrsg.), *Afghanistan — Ländermonographie*: 65-87. Liestal.
- FUCHS, G. (1986). The Geology of the Markha-Khurnak Region in Ladakh (India). *Jb. Geol. B.-A.* 128(3-4): 403-437.
- GANSSEN, R. (1968). *Trockengebiete (Böden, Bodennutzung, Bodenkultivierung, Bodengefährdung)*. Bibl. Inst. Mannheim/Zürich. 186 pp.
- GANSSER, A. (1964). *Geology of the Himalayas*. Wiley-Interscience, London. 289 pp.
- HARTMANN, H. (1966). Beiträge zur Kenntnis der Flora des Karakorum. *Bot. Jb.* 85(2-3): 259-409.
- HARTMANN, H. (1968). Über die Vegetation des Karakorum. I. Teil: Gesteinsfluren, subalpine Strauchbestände und Steppengesellschaften im Zentral-Karakorum. *Vegetatio* XV: 297-387.
- HARTMANN, H. (1983). Pflanzengesellschaften entlang der Kashmirroute in Ladakh. *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 48: 131-173.
- HARTMANN, H. (1987). Pflanzengesellschaften trockener Standorte aus der subalpinen und alpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh. *Candollea* 42: 277-326.
- HARTMANN, H. (1990). Pflanzengesellschaften aus der alpinen Stufe des westlichen, südlichen und östlichen Ladakh mit besonderer Berücksichtigung der rasenbildenden Gesellschaften. *Candollea* 45: 525-574.
- INDIA METEOROLOGICAL DEPARTMENT (Government of India, ohne Jahrg.). *Climatological tables of observatories in India (1931-1960)*.
- KACHROO, P., B. L. SAPRU & U. DHAR (1977). *Flora of Ladakh*. Dehra Dun. 172 pp.
- MEEBOLD, A. (1909). Eine botanische Reise durch Kashmir. *Bot. Jahrb. (Beibl.)* 43: 63-90.
- MIEHE, G. (1991). Der Himalaya, eine multizonale Gebirgsregion. *Ökologie der Erde (Walter, Breckle)* 4: 181-230.
- MINKE, H. (1986). *Ladakh, letzte Oase lamaistischer Kultur*. Welsermühl, Wels, 141 pp.
- MONOD, Th. (1954). Modes "contractés" et "diffus" de la végétation saharienne. *Biol. Deserts*: 35-44.
- NASIR, E. & S. I. ALI (éds.) (1970-). *Flora of Pakistan*. Karachi/Islamabad.
- ODUM, E. P. (1993). *Ecology and our endangered life-support systems*. 2. ed. Sunderland, Mass. U.S.A. 301 pp.
- OESTREICH, K. (1906). *Die Täler des nordwestlichen Himalaya*. Erg.-Heft 155 zu Peterm. Geogr. Mitt., Gotha.
- OSMASTON, H. (1990). Environmental determinism and economic possibilism in Ladakh. Wissenschaftsgeschichte u. gegenwärtige Forschungen in Nordwest-Indien. *Dresden*: 141-150.
- OZENDA, P. (1991). *Flore et végétation du Sahara*. Paris, 662 pp.
- PITHAWALLA, M. B. (1953). *An introduction to Kashmir, its geology and geography*. Karachi, 121 pp.
- RAO, A. S., B. M. WADHWA & M. V. VISHWANATHAN (1978). Identity of *Cynanchum heydei* Hook. f. *Ind. Journ. Forest.* 1(2): 97-99.
- RATHJENS, C. (1972). Fragen der horizontalen und vertikalen Landschaftsgliederung im Hochgebirgssystem des Hindukusch. *Erdwiss. Forschung* 4: 205-220.
- SCHIEFFER/SCHACHTSCHABEL (1992). *Lehrbuch der Bodenkunde*. 13. Aufl. Stuttgart.
- SCHICKHOFF, U. (1993). *Das Kaghan-Tal im Westhimalaya (Pakistan). Studien zur landschaftsökologischen Differenzierung und zum Landschaftswandel mit vegetationskundlichem Ansatz*. Bonner Geogr., Abh. 87.
- SCHWEINFURTH, U. (1957). *Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Mit mehrfarbiger Vegetationskarte 1:2'000'000 auf 2 Blättern mit Profilen*. Bonner Geogr., Abh. 20.
- STEWART, R. R. (1916). The Flora of Ladakh, Western Tibet. *Bull. Torr. Bot. Club* 43: 571-590-625-650.
- STEWART, R. R. (1972). *Flora of West Pakistan*. Karachi, 1028 pp.
- TROLL, C. (1939). Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. *Wiss. Veröff. Deutsch. Mus. Länderkunde Lpz.* N.F. 7: 151-180.
- TROLL, C. (1972). The three-dimensional zonation of the Himalayan System. *Erdwiss. Forschg.* 4: 264-275.
- URBANSKA, K. M. (1992). *Populationsbiologie der Pflanzen*. Uni-Taschenbücher 1631. Stuttgart, Jena. 374 pp.
- WALTER, H. (1974). *Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens*. Veg. monogr. d. einz. Grossräume, Bd. 7. Stuttgart.
- WALTER, H. & E. O. BOX (1983). Overview of Eurasian deserts and semideserts. In: *Ecosystems of the World* 5(1-9): 3-269. Amsterdam.

- WALTER, H. & S. W. BRECKLE (1991). *Ökologische Grundlagen in globaler Sicht*. Ökologie der Erde, Bd. 1. 2. Aufl., Stuttgart.
- WALTER, H., E. HARNICKEL & D. MÜLLER-DOMBOIS (1975). *Klimadiagramm-Karten*. Stuttgart.
- WEST, N. E. (Ed.) (1983). Temperate Deserts and Semi-Deserts. *Ecosyst. World 5*: 1.
- WISSMANN, H. von (1961). Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten (2. Teil). *Erdkunde* 15(1): 19-44.