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

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 54 (1999)

Heft: 1

Artikel: Studien zur Flora und Vegetation im östlichen Transhimalaya von Ladakh (Indien)

Autor: Hartmann, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-879385

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Studien zur Flora und Vegetation im östlichen Transhimalaya von Ladakh (Indien)

HANS HARTMANN

ZUSAMMENFASSUNG

HARTMANN, H. (1999). Studien zur Flora und Vegetation im östlichen Transhimalaya von Ladakh (Indien). *Candollea* 54: 171-230. Auf Deutsch, deutsche und englische Zusammenfassungen.

Die vorliegenden vegetationskundlichen Studien betreffen Gebiete der eigentlichen Ladakh-Kette (Ladakh Range) als Abschnitt des Transhimalaya sowie nördliche und südliche Randgebiete, einerseits bis zum Pangong Tso im Nordosten und anderseits bis zum Tso Moriri im Süden des Indus. Die in 5 Tabellen zusammengefassten Vegetationsaufnahmen stellen folgende Gesellschaften oder Gesellschaftsgruppen dar: die Wüstensteppe mit *Artemisia brevifolia* und/oder *Tanacetum fruticulosum* (3890-4320 mNN), die alpine Steppe mit *Potentilla bifurca* und *Artemisia gmelinii* (4440-4780 mNN), die hochalpine Gesellschaftsgruppe mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* (4700-5150 mNN), die Gebirgswüste mit *Stipa glareosa* und *Krascheninnikovia ceratoides* aus den Randgebieten (4100-4700 mNN) sowie eine alpine Steppe mit *Stipa purpurea* und/oder *Carex moorcroftii* aus dem Gebiet des Kiagar Tso (4720-4800 mNN). Bemerkungen zur Flora und Vegetation entlang der Hauptrouten über den Khardung La und den Chang La, im Tal nordwestlich des Pangong Tso, aus dem oberen Industal bis Mahe und von dort zum Kiagar La sowie aus dem Tal westlich Karzok am Tso Moriri ergänzen die tabellarischen Darstellungen. Mit einem kurzen Abstecher über den Khardung La und den Shyok River wird auf die Verhältnisse im unteren Nubratal hingewiesen.

ABSTRACT

HARTMANN, H. (1999). Studies on the Flora and Vegetation in eastern Transhimalaya of Ladakh (India). *Candollea* 54: 171-230. In German, German and English abstracts.

The present floristic and vegetational studies refer to the real Ladakh Range being a part of Transhimalaya. But we also take into consideration areas in the north-east up to the Pangong Tso as well as areas in the south of the Tso Moriri. The relevés of the described communities (associations and groups of associations) are listed in 5 tables referring to: the semidesert with *Artemisia brevifolia* and/or *Tanacetum fruticulosum* (3890-4320 mNN), the alpine steppe with *Potentilla bifurca* and *Artemisia gmelinii* (4440-4780 mNN), the high alpine communities with *Poa attenuata* and *Potentilla sericea* (4700-5150 mNN), the mountain desert with *Stipa glareosa* and *Krascheninnikovia ceratoides* from the edge areas (4100-4700 mNN) as well as an alpine steppe with *Stipa purpurea* and/or *Carex moorcroftii* within the catchment basin of the Kiagar Tso (4720-4800 mNN). In addition remarks are given to the flora and vegetation relating to: the main routes crossing Khardung La and Chang La, the valley north-west of Pangong Tso, the Upper Ladakh along Indus River up to Mahe and from there to the Kiagar La and at last the valley west of Karzok (near the shore of Tso Moriri). An excursion beyond Khardung La and Shyok River briefly refers to the conditions in the lower part of the Nubra Valley.

KEY-WORDS: Plant communities – Floristics – Ladakh Range – Transhimalaya – Ladakh – India.

CODEN: CNDLAR
54(1) 171 (1999)
ISSN: 0373-2967

© CONSERVATOIRE ET JARDIN BOTANIQUES DE GENÈVE 1999

1. Einleitung

Nachdem die indische Regierung in den frühen neunziger Jahren die zum militärischen Sperrgebiet gehörende sog. östliche Route in Ladakh (Manali – Upshi – Leh) auch für Ausländer freigegeben hat, konnten die seit 1976 durchgeführten geobotanischen "Ladakh-Studien" nach Osten hin erweitert bzw. fortgesetzt werden. Mit den Ergebnissen der Feldarbeiten 1992 und 1995 wurde der Grundstein gelegt für die Darstellung der Halbwüsten-, Steppen- und hochalpinen Rasengesellschaften zwischen Taglang La, Tso Kar und Lachalung La (HARTMANN, 1997), einem Gebiet, das zur bis dahin wenig bekannten Provinz Rupshu zählt.

Schon 1995 wurde die erst kurz zuvor neu gebotene Gelegenheit einer Reise über den Khardung La nach Nubra genutzt. Besondere Erwartungen weckte schliesslich im Sommer 1997 die neueste Möglichkeit, auch Gebiete im Osten bis zum Pangong Tso und im Südosten bis zum Tso Moriri besuchen zu können, waren diese Teile Ladakhs doch für mindestens die letzten 50 Jahre Nichtindern aus militärischen Gründen unzugänglich. Die Bestandesaufnahmen in den Seitentälern der Ladakh-Kette (Ladakh Range) wurden während der Sommermonate 1995 und 1997 ausgeführt.

Da sog. Vegetationsaufnahmen – kurz "Aufnahmen" – die wesentliche Grundlage zur Erfassung der Pflanzengesellschaften und damit der Vegetation bilden, wurde dem Aufnahmeverfahren im Gelände besondere Aufmerksamkeit zugewandt. Um eine möglichst direkte Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus anderen Landesteilen zu gewährleisten, schien es wichtig, die einmal angewandte und bewährte Methode der "Aufnahmetechnik" durchzuziehen. D.h. die in einer Probefläche erfassten Arten wurden nach der auf J. Braun-Blanquet zurückgehenden Artmächtigkeitsskala (kombinierte Schätzung von Häufigkeit und Deckungsgrad) bewertet. Nähere Angaben dazu finden sich in früheren Arbeiten (HARTMANN, 1983 und 1987).

Die durch Tabellenvergleich erhaltenen Pflanzengesellschaften sind vorläufig ranglose Vegetationseinheiten. Als "Varianten" verstehen wir hier – ohne Rücksicht auf die pflanzensoziologische Rangordnung – Untereinheiten, die sich innerhalb der betreffenden Pflanzengesellschaften durch Gruppen von Differential- oder Trennarten unterscheiden lassen. Ursache dafür können geographische oder standörtliche Faktoren sein.

Auf allen Exkursionen, die für den vorliegenden Bericht erforderlich waren, hat mich Frau Anna Ruggli-Walser (dipl. Biologin, Zürich) begleitet. Sämtliche Vegetationsaufnahmen, unter oft unwirtlichen äusseren Bedingungen, wurden gemeinsam durchgeführt. Ihr gilt an dieser Stelle mein besonderer Dank für ihr Interesse, den biologischen Spürsinn bei Feldarbeiten sowie die unermüdliche Einsatzbereitschaft. Frau Ruggli verdanke ich ausserdem die fotografischen Abbildungen der Nr. 7, 11, 12, 20, 22, 26, 27 und 29. Für die Verifikation einiger Taxa danke ich Dr. Bernhard Dickoré (Göttingen).

2. Die Untersuchungsgebiete

2.1. Geographische Lage, Klima

Unter Transhimalaya (Hedin-Gebirge) verstehen wir das Gebirgssystem, das im südlichen Tibet längs des Yarlung Tsangpo (Brahmaputra) nach Westen bis zum Kailas verläuft und sich dann nach Nordwesten, dem Indus entlang bis in die südlichen Karakorum-Berge Nord-Pakistans erstreckt. In Ladakh entspricht der Transhimalaya der Ladakh Range (Ladakh-Kette), im Norden begrenzt durch den Shyok River, im Süden durch den River Indus (Abb. 1).

Die Berge südlich des Indus, also auf der linken Talseite, gehören bereits zu den Zanskar Mountains, jene nördlich des Shyok zum Ost-Karakorum. Somit zählen die Gebiete am Pangong

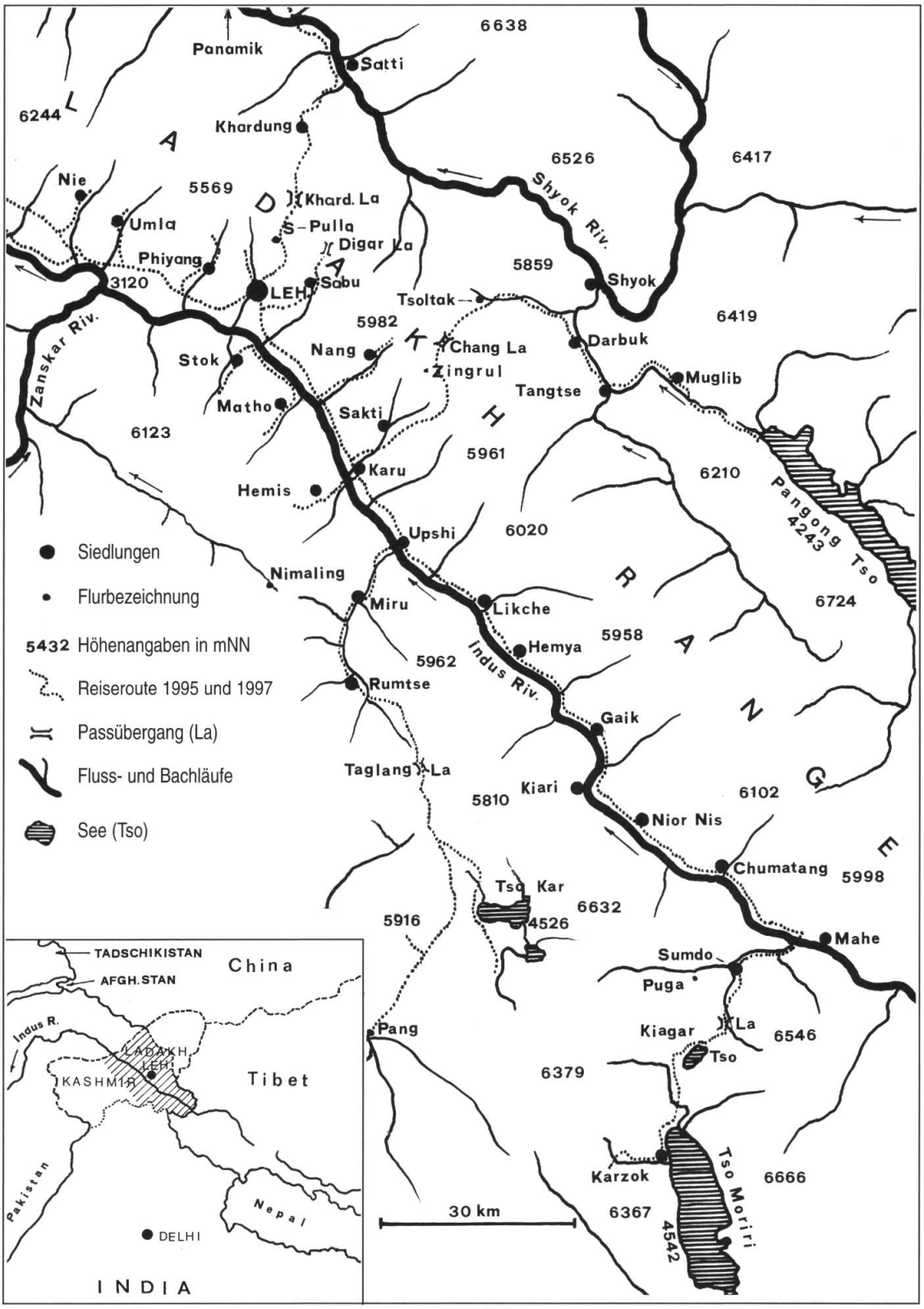

Abb. 1. – Skizze des Untersuchungsgebiets im östlichen Ladakh zwischen Pangong Tso und Tso Moriri (Nord-Indien).

Tso, am Kiagar Tso und am Tso Moriri (Tso = See) nicht mehr zum eigentlichen Transhimalaya, sie liegen am Rande desselben.

Als Distrikt Rupshu, den südöstlichsten Landesteil von Ladakh, bezeichnet man die Region südlich und südöstlich des Taglang La, im Norden begrenzt durch den Indus River, im Osten durch die Grenze zu Tibet und im Süden durch den Bundesstaat Himachal Pradesh mit Lahul und Spiti.

Die vielen Seitentäler beidseits in der Ladakh-Kette entwässern in der Regel direkt zu einem der grossen Flüsse. Zuvor wird das Wasser oder ein Teil desselben für die Bewässerung der bis ca. 4000 mNN angelegten Kulturen genutzt. Im Hintergrund der meisten Seitentäler verbinden über 5000 m hohe Passübergänge die Indusseite mit der entsprechenden Seite im Shyoktal. Nur an zwei Stellen, dem Chang La und dem Khardung La (La = Pass), wurden aus vorerst militärischen Gründen Strassen angelegt, die heute auch zivilen Motorfahrzeugen offen stehen. Der Khardung La gilt als höchster befahrbarer Pass der Welt. Von offizieller Seite wird auf der Passhöhe ein Wert von 18.380 ft angegeben, was 5602 m entspricht. Aufgrund eigener barometrischer Messungen (mit Thommen Höhenmesser zu verschiedenen Zeitpunkten) ist diese Angabe anzuzweifeln. Danach scheint eine Höhe von maximal 5400 m realistischer. Auch so liegt der Khardung La noch nahezu 2000 m über dem Hauptort Leh (3515 mNN).

Von den eigentlichen Vegetationsaufnahmen verteilen sich jene der Wüstensteppe (Tab. 1) auf die Seitentäler der Ladakh-Kette zwischen 3890 mNN (Khardung) und 4320 mNN (Sakti), jene der alpinen Steppe (Tab. 2) beidseits von Khardung La und Chang La zwischen 4440 und 4780 mNN. Drei von vier Beständen der hochalpinen Rasengesellschaften wurden auf der Südseite des Khardung La und einer auf der Nordseite des Chang La zwischen 4700 und 5150 mNN aufgenommen. Die Aufnahmen der Gebirgswüste mit *Stipa glareosa* und *Krascheninnikovia ceratoides* stammen grössernteils vom Nordrand der Ladakh Range, dem Tal NW Darbuk über Muglib bis zum NW-Ende des Pangong Tso aus einer Höhe zwischen 4100 und 4390 mNN. Nur die beiden letzten Bestände (Tab. 4) wurden im Gebiet W von Karzok am Tso Moriri in 4680 m bzw. 4700 mNN aufgezeichnet. Ganz auf Rupshu begrenzt sind schliesslich die Vegetationsaufnahmen der alpinen Steppe mit *Stipa purpurea* und/oder *Carex moorcroftii* (Tab. 5) aus dem Becken des Kiagar Tso zwischen 4720 und 4800 mNN. Skizzenhafte Bemerkungen aus dem untersten Nubratal bis Panamik (3200 mNN), entlang der Route über den Chang La, aus dem oberen Industal bis Mahe und von dort über Sumdo südwärts zum Kiagar La sowie aus dem Tal westlich Karzok ergänzen die tabellarische Darstellung der Vegetation (s. Abb. 1).

Angaben zum Klima von Ladakh wie zu einzelnen Teilgebieten finden sich in früheren Berichten. An dieser Stelle beschränken wir uns auf die Wiederholung einiger Fakten, welche die vorliegenden Untersuchungsgebiete betreffen.

Der beachtliche Klimawechsel, wie er sich vom Himalaya-Hauptkamm in östlicher Richtung vollzieht, ist anhand der Klimadiagramme von Dras, Kargil und Leh dargestellt worden (HARTMANN, 1983). Für den Osten Ladakhs ist die Tatsache von Bedeutung, dass die Niederschläge nicht nur nach Osten hin, sondern ebenso von Nordwesten nach Südosten abnehmen, ein Befund, wie er beispielsweise durch die Diagramme von Skardu, Leh und Gar dokumentiert ist (HARTMANN, 1995 und 1997). Bereits Skardu im benachbarten Pakistan, ca. 220 km NW Leh und 1200 m tiefer gelegen, ist von Wüste umgeben. Im Unterschied zu Leh (3515 mNN) fallen die um 50 mm höheren mittleren Jahresniederschläge überwiegend im Winter und Frühjahr, und die mittlere Jahrestemperatur erreicht mit 10,8°C den doppelten Wert von Leh. Nur noch halb soviel Jahresniederschlag wie Leh verzeichnet die Station Gar in West-Tibet (54,3 mm), mit 4232 mNN noch 700 m höher, aber mehr als 300 km SE von Leh gelegen. Die sehr spärlichen Niederschläge fallen zwar noch ausgeprägter im Sommer, aber die mittlere Jahrestemperatur liegt nur noch knapp über 0°C.

Überall zwischen Himalaya und Transhimalaya ist die mit der Meereshöhe ansteigende Niederschlagsmenge in der Regel relativ leicht zu erkennen, sei es direkt durch die Lage der regenbringenden Wolken oder der aktuellen Schneegrenze, oft auch indirekt durch die mit der Höhe zunehmend dichtere und artenreichere Pflanzendecke. Derartige Grenzbereiche subal-

pin/alpin oder alpin/hochalpin sind bis in die östlichen Landesteile meist bereits aus grösserer Entfernung leicht erfassbar. In Rupshu wie auf der Nordseite der Ladakh Range werden solche Übergänge in der Vegetation nach Osten hin aber zunehmend undeutlicher, bis sie sich schliesslich, z.B. am Pangong Tso und im Einzugsgebiet des Tso Moriri, vor allem in östlicher Richtung ganz verlieren. Mit zunehmender Aridität in Richtung West-Tibet greift die Wüste – von Westen oder Nordwesten kommend – aus der subalpinen Stufe (Industal!) immer stärker auf die alpine Stufe über, sodass sie die Landschaft in den Randgebieten des Ostens als Gebirgswüste bis zur Vegetationsgrenze weithin prägt. Dass in Rupshu regional eine analoge Veränderung auch in südlicher Richtung vom Taglang La über die More Plaine zum Lachalung La besteht, sei nur am Rande wiederholt (HARTMANN, 1997).

2.2. Orographie, Geologie, Boden

Im Untersuchungsgebiet bildet die Ladakh Range als Teil des Transhimalaya die Grenze zwischen den Zanskar Mountains südlich des Indus und den höheren Gebirgsketten des Karakorum nördlich des Shyok Rivers (Abb. 1). Die höchsten Berggipfel der Ladakh-Kette im vorliegenden Abschnitt von Ladakh übertreffen die 6000 m-Marke nur wenig. Höhere Werte erreichen nebst Karakorum auch die Berge in der weiteren Umgebung des Pangong Tso. Vom ungefähr 150 km langen Pangong-See (4243 mNN) stehen nur noch 30-40 km unter indischer Hoheit. Ausser den Bachläufen, die im abflusslosen Salzsee enden, erfolgt die Entwässerung von der Nordostseite der Ladakh-Kette über den Shyok River, der schliesslich in Pakistan 30 km SE Skardu dem Indus zufliesst.

Den zentralen Teil von Rupshu mit dem Tso Moriri erreicht man vom Industal aus über Sumdo. Nach dem steilen Aufstieg durch das enge Tal von Norden überrascht zunächst die unerwartete Ebene des Kiagar La (4800 mNN). Schon bald öffnet sich dem Blick die Weite über das Becken des Kiagar Tso (Foto 25). Die Aussicht ist zwar noch nicht mit dem Panoramablick vom 500 m höheren Taglang La vergleichbar. Von einer Anhöhe über dem Westufer des Tso Moriri ist der grossartige Ausblick in die weiträumige Berglandschaft des tibetischen Hochlandes im östlichen Rupshu leicht nachvollziehbar (Foto 21). Auch der Tso Moriri, mit brackigem Wasser, kaum 30 km lang und bis 8 km breit, hat keinen Abfluss. Weil die Seeoberfläche bereits 4542 mNN erreicht, liegen alle Örtlichkeiten im weiten Einzugsgebiet in der alpinen Höhenstufe. Über weitere Angaben zur Grenze und zum Verlauf der Höhen- oder Vegetationsstufen orientieren frühere Berichte (z.B. 1995).

Geologisch markiert der Südrand der Ladakh Range, ± dem Indus River folgend, als sog. Indus Sutur-Zone die zu Beginn des Tertiärs (vor ca. 60 Millionen Jahren) erfolgte Kollision zwischen dem indischen Kontinent und Eurasien. Während der Kontinentalkollision hochgepresste Elemente der ozeanischen Kruste samt Tiefsee-Sedimenten charakterisieren als Ophiolite und Vulkanite die bedeutsame Grenze.

Granitische Gesteine des Ladakh-Plutons bilden im Wesentlichen die Ladakh-Kette. Auf der Nordseite liegen die Täler von Tangtse und SE Muglib bis zum Pangong-See vor allem im Bereich des "Pangong metamorphic complex" (SEARLE, 1991). Die Gegend von Khardung ist durch Vulkanite ausgezeichnet und im unteren Nubratal bilden Granite des "Karakoram Batholith" mindestens die linke Talseite (SRIMAL & al. *in* SEARLE, 1991).

Von Kiari bis Upshi durchfliesst der Indus hauptsächlich Granit der Ladakh Range, oberhalb Kiari bis Mahe liegt das Flussbett in Schichten der Indus Molasse. Zwischen der Mahe-Brücke und Sumdo führt die Strasse in westlicher Richtung zunächst durch Indus Molasse und dann durch die Indus Sutur-Zone mit einer Ophiolitsequenz aus z.B. Gabbros und Basalten sowie u.a. vulkanoklastischen Sedimenten. Die Gebiete vom Kiagar La über den Kiagar Tso bis zum Tso Moriri gehören zum Gneis-Komplex der Tso Morari-Decke. Das Tal W Karzok liegt in der Karzok Synklinale mit permo-mesozoischen Gesteinen (FUCHS & LINNER, 1996). Weiter

westlich und nordwestlich folgen präkambrisch-cambrische Metasedimente sowie Rupshu Granit-Gneise der Mata Decke (STECK & al., 1998).

In der Regel liegt das Ausgangsgestein für die Bodenbildung in irgend einer Form als Schutt, seltener Sand, vor, sodass der anstehende Fels geologisch durchaus nicht mit dem Muttergestein (C-Horizont) übereinzustimmen braucht. Seiner Entstehung nach ist der Schutt meist kolluvial, gelegentlich alluvial oder als Sand eventuell auch vom Wind verfrachtet und abgesetzt. Insgesamt überwiegen auch in den vorliegenden Arbeitsgebieten Rohböden, die einem Xerosol (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1992), im Sinne von GANSSEN (1968) einem Braunen oder Grauen Halbwüstenboden oder einem Gebirgssteppenboden entsprechen. Erste deutliche Anzeichen einer Humusbildung sind im Profil der hochalpinen Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* (Tab. 3) erkennbar.

Von den in Tabellen (1-5) zusammengefassten Vegetationsaufnahmen wurden an 28 Aufnahmeorten Bodenproben entnommen, die in einer Aufschlämmung mit 0,1-m Kaliumchlorid-Lösung der pH-Messung dienten. Die Proben wurden zudem mit verdünnter Salzsäure auf den Carbonatgehalt geprüft. In der Übersicht zeigt sich für die Böden der Hauptgesellschaften in der Reihenfolge der Tabellen folgendes Ergebnis:

Wüstensteppe mit *Artemisia brevifolia* .... (Tab. 1): von 9 Proben ist die Carbonatprobe 7 mal positiv; der pH-Wert liegt im Mittel bei 7,7 (7,2-8,3).

Alpine Steppe mit *Potentilla bifurca* .... (Tab. 2): von 8 Proben ist die Carbonatprobe 3 mal positiv; pH-Wert im Mittel 7,1 (6,1-8,2).

Hochalpine lückige Rasen mit *Poa attenuata* .... (Tab. 3): 3 Proben, keine Carbonatreaktion; pH-Wert im Mittel 5,7 (5,3-6,0).

Gebirgswüste mit *Stipa glareosa* .... (Tab. 4): Carbonatreaktion in allen 6 Proben positiv; pH-Wert im Mittel 8,0 (7,8-8,2).

Alpine Steppe mit *Stipa purpurea* .... (Tab. 5): 2 Proben, keine Carbonatreaktion; pH-Werte 6,2 und 7,6.

Detailliertere Angaben finden sich in der Beschreibung der Standorte der einzelnen Pflanzengesellschaften.

3. Wüstensteppe mit Artemisia brevifolia und/oder Tanacetum fruticulosum (Tabelle 1)

Die Aufnahme-Listen von Tabelle 1 verteilen sich auf den Abschnitt der Ladakh Range, der geographisch zum sog. Oberen Ladakh gezählt wird. Mit Ausnahme der letzten Nummern (14, 15) liegen alle übrigen Aufnahmeorte in Seitentälern, deren Entwässerung in den Indus River von Norden nach Süden bzw. von Nordosten nach Südwesten erfolgt. Es sind dies – in der Reihenfolge von Nordwesten ausgehend – die Täler von Umla, Phiyang, nördlich Leh bzw. Gangles, Sabu, Nang und Sakti (Abb. 1). Eine ergänzende Exkursion führte ins Tal von Nie (N Basgo). Von der Nordseite der Ladakh-Kette in vergleichbarer Höhenlage gewähren nur die Aufnahmen der Tab.-Nr. 14 und 15 aus der Umgebung von Khardung einen Einblick in die Wüstensteppe mit *Artemisia brevifolia.*

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 1

Nr. 1 NE ca. 5 km oberhalb Gangles (N Leh) oberhalb der Strasse, 4290 mNN. Untergrund: Schutt-Blockschutt aus Granit. Bodenoberfläche zu ca. 1/3 von Steinen bedeckt und von Viehweglein durchzogen; hellbraune skelettige Feinerde schluffreich; pH-Wert in 10 cm: 7,5; Carbonatreaktion sehr schwach (16.8.1995).

Nr. 2 Seitental N Phiyang, 4200 mNN. Untergrund: gefestigter Blockschutt aus Granit; grobe und mittelgrobe Blöcke bedecken ca. 40% der Oberfläche; hell ocker-braune Feinerde skelettig mit viel Grus und Feinsand; pH-Wert in 10 cm: 7,5; Carb. reaktion stark, nicht anhaltend (31.8.1997).

Nr. 3 Tal gegen Digar Phu N Sabu, 4300 mNN. Unt. grund: Blockschutt einer Seitenmoräne aus vorwiegend granitischem Gestein; Steine feiner und weniger gut gefestigt als in Nr. 4; Feinerde sehr ähnlich (10.8.1997).

Nr. 4 Gegenüberliegender Moränenhang im gleichen Tal von Nr. 3, 4170 mNN. Blockschutt gefestigter; Feinerde im steinigen Untergrund feinsandig-grusig, hell grau-braun; pH-Wert in 10 cm: 7,8; Carbonatreaktion sehr schwach (10.8.1997).

Nr. 5 E der obersten Oasenstelle von Gangles (N Leh), 4100 mNN. Unt.grund: Schutt aus granitischem Gestein (19.8.1995).

Nr. 6 Hintergrund des Tales von Umla, 4000 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Granit; relativ zahlreiche Blockstücke an Oberfläche; hell ockerfarbene Feinerde feinsandig, skelettig (8.8.1997).

Nr. 7 NE über dem obersten Oasenrand von Gangles (N Leh), 4120 mNN. Untergrund: Granitschutt; mittelgrobe Steine bedecken ca. 1/3 der Oberfläche; hell ocker-braune Feinerde grusig, skelettig; pH-Wert in 10 cm: 7,8; Carb.reaktion deutlich aber schwach (16.8.1995).

Nr. 8 Ca. 2 km NE Gangles/Leh, 4100 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Granit; Oberfläche zu ca. 40% von Steinen bedeckt, dazwischen stark grob grusig; Feinerde ocker-braun, feinsandig, skelettig; pH-Wert in 10 cm: 7,4; Carbonatreaktion negativ! (19.8.1995).

Nr. 9 Ca. 1 km E des oberen Oasenrandes von Sakti oberhalb der Strasse Richtung Zingrul, 4320 mNN. Unt.grund: stark gefestigter Granitschutt; mittelgrobe Steine bedecken ca. 1/4 der Oberfläche; ocker-braune Feinerde an Oberfläche sehr schluffreich, tiefer sandiger, skelettig (5.9.1997).

Nr. 10 E der obersten Anlagen von Gangles/Leh, 4000 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Granit; Oberfläche von ca. 15% Grobgestein bedeckt, dazwischen Grobgrus; ocker-braune Feinerde schluffig-feinsandig, skelettig; pH-Wert in 10 cm: 7,2; Carb.reaktion negativ! (19.8.1995).

Nr. 11 Ca. 300 m NE des oberen Oasenrandes von Gangles/Leh, 3930 mNN. Untergrund: Schutt und Blockschutt aus Granit, an Oberfläche relativ lose, ± beweglich; skelettreiche Feinerde hell ocker, grusig-feinsandig; pH-Wert in 10 cm: 8,3; Carb.reaktion deutlich aber nicht stark (19.8.1995).

Nr. 12 Schutthang (Granit) in sehr seichter Hangmulde N oberhalb Nang, 4010 mNN. An Oberfläche vorwiegend Grus und Grobsand, mittelgrobe Steine 5-10%; graubraune bis ockerfarbene Feinerde aus Sand, Grus und Schluff; pH-Wert in 5 cm: 8,1; Carb.reaktion deutlich aber nicht stark (21.8.1997).

Nr. 13 Gleiche Talseite und Höhe N Nang wie Nr. 12 aber in E-Exposition. Bodenverhältnisse nicht untersucht, aber kaum wesentlich verschieden von denjenigen in Nr. 12 (21.8.1997).

Nr. 14 W oberhalb Khardung, 3890 mNN. Unt.grund: Schutt und Blockschutt aus granitischem Gestein; Steine bedecken ca. 1/3 der Oberfläche; hell ocker-farbene Feinerde schluff- und sandreich, skelettig; pH-Wert in 10 cm: 7,8; sehr starke Carbonatreaktion (9.8.1995).

Nr. 15 SW oberhalb Khardung in ungefähr gleicher Höhe wie Nr. 14. Bodenverhältnisse im Vergleich zu Nr. 14 ohne wesentliche Unterschiede (9.8.1995).

Die Wüstensteppe als Übergangsvegetation zwischen Wüste und Steppe

Obschon die entferntesten Aufnahmeorte – Umla und Sakti/Zingrul – in der Luftlinie kaum weiter als etwa 60 km entfernt liegen, ist nicht anzunehmen, dass die Vegetationsverhältnisse sowohl weiter nordwestlich als auch indusaufwärts in Ladakh eine rasche und wesentliche Änderung erfahren. Entsprechend der nach Osten zunehmenden Aridität dürften auch die sog. Höhenstufen (Vegetationsstufen) in gleicher Richtung noch etwas ansteigen (HARTMANN, 1995, 1997).

Insgesamt durchfliesst der River Indus in Ladakh eine Wüste, deren Vegetation anhand von 50 Bestandesaufnahmen beschrieben worden ist (HARTMANN, 1983 und 1995). Diese Wüstenvegetation entspricht der subalpinen Höhenstufe und erreicht im vorliegenden Untersuchungsgebiet bei ungefähr 4000 mNN die obere Grenze in der charakteristischen Ausbildung. Ein plötzlicher Übergang in die darüber folgende Vegetation der alpinen Stufe ist in der Natur nirgends zu finden. Der Wechsel in die alpine Steppe vollzieht sich sehr gleitend über einen Höhenbereich von mindestens 300 m, im Gelände erst beim näheren Hinsehen und mit Hilfe vollständiger Bestandesaufnahmen zu erkennen. Dieser "Übergangsbereich" lässt sich anhand

Tabelle 1 Wüstensteppe mit Artemisia brevifolia und/ oder Tanacetum fruticulosum

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aufnahme-Nr. bis 43 (+ 300), übrige (+ 200)	92	39	13	12	95	11	93	94	43	96	97	27	28	85	86
Höhe mNN (x 10)	429	420	430	417	410	400	412	410	432	400	393	401	401	389	389
Exposition	NW	NE	ESE	WSW	W	ENE	SW	SW	NNE	NNW	SW	S	E	E	NE
Neigung (Grad)	25	30	25	30	30	25	20	20	30	30	30	15	20	25	20
Deckungsgrad (%)	40	45	40	40	30	35	30	35	35	45	20	30	25	30	35
Aufnahmefläche (m^2)	100	100	150	150	100	150	100	100	150	100	100	150	100	150	150
Artenzahl	21	20	17	19	15	21	17	15	15	14	15	13	12	12	9
Varianten					A					B				C	
Kennzeichnende Artengruppen und Differentialarten zur alpinen Steppe (Tabelle 2)															
1. Artemisia brevifolia Wall.s.l.	3	1	1	3	2	3	2	3	.	.	.	.	.	3	3
Tanacetum fruticulosum Ledeb.	+	3	3	1	+	+	+	.	3	3	2	3	2	1	+
Stipa orientalis Trin.	2	.	+	+	1	1	+	1	1	1	+	.	.	1	1
Nepeta leucolaena Benth.ex Hook.f.	.	r	+	2	+	+	1	2	.	(r)	2	+	+	.	.
Matthiola flavida Boiss.	.	.	.	.	+	r	r	.	.	+	+	+	r	+	+
Stachys tibetica Vatke	+	+	1	+°	.	r	r	.	.	.	1	.	+	.	.
Ephedra regeliana Florin	.	.	.	+	.	1	+	+	.	.	.	1	1	+	+
Scorzonera virgata DC.	+	+	.	.	1	.	1	+	.	1	+	.	.	.	.
Gypsophila sedifolia Kurz	r	.	r	.	+	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.
Stipa caucasica Schmalh.ssp.caucasica	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	1
o 2. Artemisia gmelinii Weber ex Steckm.	+°	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cicer microphyllum Benth.	.	+°	+	1	.	(+)	.	.	.	.	r	.	.	.	.
Silene moorcroftiana Wall.	.	1	+	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
o Elymus schugnanicus (Nevski)Tzvel.	+	.	2	2	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.
3. Krascheninnikovia ceratoides (L.)Gueld.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Stipa tianschanica Roshev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Berberis ulicina Hook.f.et Th.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(r)	(r)

	Übrige Arten															
	Piptatherum gracile Mez	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	+	1	1	.	.
o	Euphorbia tibetica Boiss.	+	1	+	+	+	.	+	+	1	+	+	+	+	.	.
o	Astragalus oplites Benth.	+	r	.	+	2	.	1	2	1	2	r	.	.	.	.
o	Potentilla bifurca L.	+	+	1	+	.	.	.	1	+	.	1	r	.	.	.
	Acantholimon lycopodioides Boiss.	r	+	+	+	1	+	r	.	.	+	.	.	.	.	.
	Elymus canaliculatus (Nevski)Tzvel.	2	1	.	.	+	.	1	1	.	+	.	.	.	.	.
o	Eritrichium canum (Benth.)Kitam.	+	r	.	.	+	.	.	r	r	+	.	.	.	.	.
o	Oxytropis microphylla DC.	2	+	.	.	.	+	r	.	+	.	.	.	.	+	.
	Androsace robusta (Kunth)Hand.-Mazz.[1]	1	+	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
	Carex stenophylla Wahlenb.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	+	.	+	.	.	.
	Psychrogeton andryaloides (DC.)Nov.[2]	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
	Stipa himalaica Roshev.	.	.	r	1	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.
	Heracleum pinnatum C.B.Clarke	.	.	.	r	.	+	.	r	.	.	+	.	.	.	.
	Artemisia wellbyi Hemsl.& Pears	.	+	.	.	.	.	.	.	+o	.	.	.	+	.	.
	Lappula heteracantha (Led.)Gürke	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Koeleria cristata (L.)Pers.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
	Astragalus hoffmeisteri (Kltzsch.)Ali	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
	Crepis flexuosa Benth.et Hook.f.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.
	Chesneya cuneata (Benth.)Ali	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.
e	Stipa caucasica Schmalh.ssp.glareosa Tzvel.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
e	Chamaerhodos sabulosa Bunge	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
	Pennisetum flaccidum Griseb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.

1) ssp. robusta Y.Nasir

2) var. andryaloides Griers.

o Kennarten einer höheren Einheit, z.B. Ordnung!

e Arten, die bisher erst weiter im Osten (vom Taglang ostwärts) gefunden wurden!

A typische Variante

B Variante ohne Artemisia brevifolia

C Variante im Einzugsgebiet des Shyoktales

Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tabellen-Nr.:

1: Chrysanthemum pyrethroides Fedtsch. 1
Leontopodium ochroleucum Beauv. +
3: Artemisia stricta Edgew. r
Arabis tibetica Hook.f.et Th. r
4: Melica persica Kunth +
6: Poa sterilis M.Bieb. 1
Allium przewalskianum Regel 1
Rosa webbiana Wall.ex Royle r
9: Nepeta discolor Royle ex Benth. +
Arnebia euchroma J.M.Johnst. +
11: Astragalus munroi Benth.ex Bunge +
14: Arnebia guttata Bunge +
Christolea crassifolia Camb. +

der 15 Aufnahmen in Tabelle 1 als Pflanzengesellschaft fassen, die sich zwar durch keine eigentlichen Kennarten auszeichnet, deren Artenkombination aber doch eine Eigenständigkeit aufweist und durch Differential- oder Trennarten sowohl gegenüber der subalpinen Wüste wie zur alpinen Steppe abzugrenzen ist.

Von den charakteristischen und häufigeren Wüstenpflanzen fehlen der Wüstensteppe durchwegs *Nepeta floccosa, Haloxylon thomsonii, Lactuca orientalis, Corydalis flabellata,* aber auch weniger häufige wie z.B. *Echinops cornigerus, Erodium tibetanum, Capparis spinosa* und *Peganum harmala.* Andererseits finden sich beispielsweise folgende wichtigeren oder relativ häufigen Vertreter der Wüstensteppe in Aufnahmen der subalpinen Wüste nicht oder nur sehr vereinzelt: *Scorzonera virgata, Stipa caucasica* weder in der subsp. *caucasica* noch in der subsp. *glareosa, Cicer microphyllum, Elymus schugnanicus, Astragalus oplites, Potentilla bifurca, Acantholimon lycopodioides, Eritrichium canum,* eventuell auch *Oxytropis microphylla* und *Carex stenophylla.* Deutlich höher – um 5-6 Arten pro Einheitsfläche – ist die mittlere Artenzahl gegenüber der Wüsten-Gesellschaft, mindestens drei mal grösser – mit 34,3% im Mittel – der Grad der Vegetationsbedeckung.

Recht einfach abzugrenzen ist die Wüstensteppe rein floristisch gegenüber der alpinen Steppe mit *Potentilla bifurca* und *Artemisia gmelinii* mittels der zehn Differentialarten der ersten Gruppe in Tabelle 1. Eine Ausnahme macht hier einzig *Tanacetum fruticulosum,* das in 3 von 4 Aufnahmen der alpinen Steppe auf der Nordseite des Chang La vorkommt, in allen übrigen Aufnahmen aber fehlt (s. Tab. 2). Während die mittlere Artenzahl der alpinen Steppe – soweit wir die Varianten A, B und C betrachten – mit 17,1 gegenüber der Wüstensteppe geringfügig höher steht, bedecken die oberirdischen Pflanzenteile mit 48,1% im Mittel nahezu die Hälfte der Bodenfläche.

Floristische Charakterisierung, Struktur

Mit homogener Wüstensteppe (Halbwüste) besetzte Hänge fallen aus grösserer Distanz durch eine gleichmässige Tüpfelung auf, bedingt durch das Vorherrschen von *Artemisia brevifolia* und *Tanacetum fruticulosum* (Fotos 4, 5). Einer der beiden Zwergsträucher dominiert in der Regel. Nur in einer Bestandesliste (Nr. 8) fehlt *Tanacetum.* Die Abwesenheit von *Artemisia brevifolia* in den Aufnahmen der Variante B ist dadurch bedingt, dass diese wichtige Wermut-Art bereits im Gebiet von Nang nicht mehr vorkommt und anscheinend in diesem Abschnitt des Transhimalaya ihre östliche Grenze erreicht hat. Im Einzugsgebiet von Leh fehlt sie offenbar nur in den untersten Lagen der Wüstensteppe; die Sippe ist aber auch in keiner der 10 Aufnahmen aus der Wüste in der näheren und weiteren Umgebung von Leh aufgeführt (HARTMANN, 1983, 1995).

Im Durchschnitt enthält jeder Bestand von Tab. 1 mehrere Vertreter der 1. Differentialartengruppe. Einzig Nr. 9 aus dem Gebiet zwischen Sakti und Chang La (Foto 5) verfügt nur über deren zwei (*Tanacetum fruticulosum* und *Stipa orientalis*), wodurch sich eine Annäherung an die alpine Steppe abzeichnet. Die Erklärung liegt nahe, handelt es sich doch um den Bestand mit der grössten Höhenlage unter den 15 Nummern von Tab. 1, ein Umstand, der unter Berücksichtigung der Exposition vermehrt ins Gewicht fällt. Der Anschluss an die alpine Steppe wäre deshalb wohl auch nicht ganz abwegig!

Durch hohe Präsenz in den Varianten A und B zeichnen sich ausserdem die ersten vier der sog. "übrigen Arten" aus. *Potentilla bifurca* (Foto 7) verhält sich zugleich als gute Differentialart gegenüber der subalpinen Wüste.

Variante C mit den beiden Aufnahmen aus der Umgebung von Khardung repräsentiert gleichsam die Wüstensteppe im unteren Grenzbereich auf der Nordseite der Ladakh-Kette, im Shyoktal. Als Trennarten gegenüber den anderen Varianten dieser Höhenstufe dienen hier *Berberis ulicina, Krascheninnikovia ceratoides* und *Stipa tianschanica.* Letztere ist bisher südlich der Ladakh Range nicht gefunden worden. Die beiden Bestände von Khardung heben sich auch

insofern von Variante A und B ab, als diesen – mit Ausnahme von *Oxytropis microphylla* – sämtliche Begleitarten fehlen. Im Vergleich mit A (18,1) und B (13,8) ist zudem die Artenzahl pro Einheitsfläche in Variante C (12 und 9) auffällig geringer, eine Feststellung, die schliesslich auch weiter im Südosten für die Gebiete – mindestens der unteren Lagen – jenseits der Hauptkette bestätigt wird.

Innerhalb der Variante A zeigen besonders die ersten vier Bestände eine deutlichere Annäherung an die alpine Steppe. Aus der 2. Artengruppe haben vor allem *Artemisia gmelinii* und *Elymus schugnanicus* ihre Hauptverbreitung eindeutig in der alpinen Stufe. Nebst grösster Artenzahl erreicht hier der Grad der Vegetationsbedeckung mindestens 40%. Von Interesse sind ferner die beiden Aufnahmen Nr. 12 und 13 aus dem Seitental nördlich von Nang (Foto 2), nicht nur, weil sie die typische Wüstensteppe mit verminderter Artenzahl und geringerem Deckungsgrad darstellen. Im Cebiet von Nang fällt, wie erwähnt – von Nordwesten kommend – erstmals die wichtige *Artemisia brevifolia* aus; wir haben sie von da an weiter im Osten und Südosten in keiner Bestandesaufnahme mehr aufgeführt. Andererseits dürften sowohl *Stipa caucasica* subsp. *glareosa* als auch *Chamaerhodos sabulosa* "neue" westlichste Vorposten in der Verbreitung südlich der Ladakh Range darstellen. Die zentralasiatische *Chamaerhodos sabulosa* (Foto 6) ist bisher in Ladakh nur aus Rupshu und vom Pangong Tso belegt (HARTMANN, 1997, p.146).

Verbreitung und Beziehung zu anderen Gesellschaften

Im Hintergrund der einzelnen Talschaften (s. Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tab. 1) werden bewässerte Äcker, vorzugsweise mit Gerste bepflanzt, bis in eine Höhe von etwa 4000 m unterhalten. Dazwischen und darüber ist – je nach Gelegenheit – durch Bewässerung entstandener Rasen als Weide nutzbar (Fotos 1, 3). Während der Grossteil der Oasenkulturen an den Talhängen von subalpiner Wüste begrenzt wird, gelangt man im Talhintergrund je nach Exposition schon bald in den Bereich der Wüstensteppe (Foto 2). Oberhalb etwa 4300-4400 wird letztere immer deutlicher durch die alpine Steppe ersetzt, in N-Exposition etwas früher, an S-Hängen in der Regel erst in etwas höherer Lage. In dieser Art der Vegetationsverteilung gleichen sich alle Täler auf der Südabdachung der Ladakh Range.

Dass die Vegetationsverhältnisse auch weiter im Westen prinzipiell kaum verschieden sind, belegt die einzelne Bestandesaufnahme (Nr. 273) aus dem Gebiet nördlich von Likir in HARTMANN (1995, p. 389). Jener Standort liegt ungefähr 20 km (Luftlinie) westlich von Umla. Die Aufnahme liesse sich jetzt mühelos in Tab. 1 einordnen!

Auch auf der gegenüberliegenden Talseite, d.h. auf der linken Seite des Indus Rivers, scheint der Übergang von der Wüste in die Steppe nicht grundsätzlich anders zu verlaufen. Als Beispiel hiefür im Oberen Ladakh diene Tabelle 2 in HARTMANN (1995, p. 394). Ob die entsprechende Übergangsvegetation zwischen 4050 und 4300 mNN mit dominierender *Artemisia brevifolia* oder *Tanacetum fruticulosum* als Steppe oder Wüstensteppe zu bezeichnen ist, dürfte wohl eine Ermessensfrage bleiben. Jene dort als *Artemisia*-Steppe zusammengefassten Bestände unterscheiden sich gesamthaft von der hier vorgelegten Wüstensteppe durch die geringere Artenzahl, jedoch etwas höheren Deckungsgrad. In der floristischen Zusammensetzung aber besteht grosse Übereinstimmung. Von den dort aufgeführten 19 Arten fehlt in Tabelle 1 nur gerade *Nepeta glutinosa.*

In dem Masse wie die Niederschläge in südöstlicher Richtung abnehmen, steigt die obere Grenze der Wüste etwas an. Auffälliger ist zunächst jedoch die in gleicher Richtung beachtliche Ausdehnung der Wüstensteppe auch in vertikaler Richtung "auf Kosten der alpinen Steppe". So ist letztere auf der Nordseite des Taglang La in Form der hochalpinen Steppe mit *Artemisia minor* und *Potentilla sericea* auf einen nur noch schmalen Gürtel oberhalb ca. 4800 mNN beschränkt (vgl. HARTMANN, 1997). Auf der Südseite des Passes und in Rupshu konnte die gleiche Steppen-Gesellschaft (bisher) nicht mehr nachgewiesen werden. Nebst der *Caragana*-Gesellschaft stellt dort vor allem die alpine Wüstensteppe mit *Krascheninnikovia* und *Ptilotrichum canescens*

(Foto 8) die landschaftsbeherrschende Vegetation dar. Noch weiter im Südosten, im Gebiet des Tso Moriri, ist eine Steppen-Wüstensteppen-Vegetation nur noch unter lokal besonderen Voraussetzungen möglich (Kap. 10, Tab. 5). Als zonale Vegetation bestimmt in der alpinen Stufe am Tso Moriri eine eigentliche Gebirgswüste die Landschaft (z.B.Tab. 4, B).

Die nach Südosten und Osten zunehmende Trockenheit ist anhand der Vegetation auch entlang der Ladakh Range nachweisbar. So sind – aus dem Shyoktal durch die Wüste aufsteigend – in der Gegend von Khardung bereits unterhalb von 4000 m erste deutliche Kontakte mit der Wüstensteppe nachweisbar (Tab. 1, C). In höherer Lage des gleichen Tales auf der Nordseite des Khardung La (Foto 11) vollzieht sich der Übergang in die alpine Steppe schon bei ca. 4400 mNN. Jedoch ungefähr 55-60 km weiter im Südosten, im Tal von Tangtse/Darbuk erreicht die Wüstenvegetation mindestens 4300 mNN (Foto 15) und im östlich anschliessenden Tal von Muglib vermutlich noch etwas höhere Lagen (Fotos 19,18). Bereits im Seitental NE vom Chang La ergab sich z.B. für den Bestand der Tab.-Nr. 7 (Tab. 4) eine Höhe von nahezu 4400 mNN. Die lokal starke Dominanz von *Tanacetum fruticulosum* bedingt dort zwar einen relativ hohen Deckungsgrad, wie er schon eher der typischen Wüstensteppe entspricht. Einer solchen Zuordnung widerspricht zunächst die auffallend geringe Artenzahl, wenn auf einer Fläche von 150 m^2 nicht mehr als 5 verschiedene Arten gefunden werden. Für einen Anschluss in Tab. 1 (Wüstensteppe) fehlen ausserdem sämtliche Differentialarten, mit Ausnahme von *Tanacetum.*

Andererseits liessen sich aber mindestens die beiden letzten Bestände in Variante D von Tabelle 2 auch als alpine Wüstensteppe betrachten, schon wegen der deutlich geringeren Artenzahl. Demzufolge wäre die erwähnte Aufnahme Nr. 7 in Tab. 4 als floristisch stark verarmter tiefgelegener Bestand im gleichen Tal nördlich des Chang La anzusprechen. Nach dieser Auffassung wäre die Wüstensteppe – im Gegensatz zur Südseite des Chang La – auf dessen Nordseite bis in eine Höhe von mindestens 4700 mNN ausgedehnt. Tatsächlich herrscht zwischen diesen Aufnahmen und der zwischen Taglang La und Rupshu beschriebenen alpinen Wüstensteppe mit *Krascheninnikovia* und *Ptilotrichum canescens* eine bessere floristische Übereinstimmung als mit der in Tabelle 1 erfassten Wüstensteppe, wie sie vor allem für die dem Indus zugewandte Seite der Ladakh Range charakteristisch ist. Die 5 Sippen der oben erwähnten Aufnahme Nr. 7 sind alle in Tabelle 1 (HARTMANN,1997) über die alpine Wüstensteppe (Halbwüste) aufgeführt und dies mit hoher Stetigkeit und/oder Artmächtigkeit.

Zur Frage, ob und allenfalls wie sich eine Wüstensteppe im Transhimalaya weiter im Südosten, im eigentlichen Tibet fortsetzt, vermögen die von WANG JIN-TING (1988) durchgeführten Studien Hinweise zu geben. Innerhalb der "Montane desert", die von xerophilen Zwerg-Halbsträuchern dominiert wird, unterscheidet der Autor nebst einer "*Ceratoides latens* community" eine "*Ajania fruticulosa* (= *Tanacetum fruticulosum*) community". Die anscheinend von *Tanacetum* dominierte Gesellschaft soll im Tal des Gar Rivers (Seitenfluss des Indus) wie auch am Ostende des Pangong-Sees zwischen 4250 und 4600 m auf subalpinen Wüstenböden weit verbreitet sein. 5 der 7 für jene Gesellschaft genannten Arten sind auch in unserer Tabelle 1 aufgeführt, mit Ausnahme von *Tanacetum* und *Oxytropis microphylla* jedoch nur in 1-2 Aufnahmen. Leider ist die Vergleichbarkeit eingeschränkt, weil wir nichts erfahren, weder über die Grösse der Aufnahmeflächen, noch über vollständige Artenzahlen und deren Artmächtigkeit. Der mit 10-20% angegebene Grad der Vegetationsbedeckung entspricht durchaus der zu erwartenden Wüstenhaftigkeit aufgrund des Klimadiagramms von Gar (4232 mNN) nach CHANG (1981) und WANG JIN-TING (1988).

Aus den unteren Berglagen, den weiten Tälern und fluvioglazialen Terrassen im Ngari Distrikt beschreibt Wang Jin-Ting eine "*Stipa glareosa* community" als Haupttypus der Wüstensteppe zwischen 3800 und 4750 mNN. Nebst einem Deckungsgrad von 10-35% nennt er 22 Arten, von denen mindestens 19 auch in Ladakh vorkommen; dazu gehören die 5 dominierenden, während die übrigen als "frequent companions" bezeichnet werden. Neun dieser Taxa finden sich auch in der hier gefassten Wüstensteppe von Tab. 1. Davon sind allerdings nur drei mit hoher oder höherer Stetigkeit vertreten.

Eine differenziertere Betrachtung von Tabelle 1 zeigt, dass die übrigen sechs "tibetischen" Arten vermutlich nicht zufällig auf die vier letzten Aufnahmen der Tabelle (Nr. 12-15) gruppiert sind. Variante C mit den beiden Beständen aus der Umgebung von Khardung repräsentiert mit der geringsten Artenzahl die eher trockeneren Verhältnisse im Shyoktal, das über den Pangong Tso eine direktere Verbindung zum tibetischen Plateau darstellt. Dazu passt z.B. die bereits erwähnte Verbreitung von *Stipa tianschanica,* die südlich der Ladakh-Kette nicht mehr vorkommt. Die Bestände von Tab.-Nr. 12 und 13 aus dem Gebiet von Nang bilden innerhalb des Untersuchungsgebiets in dieser Höhenlage (ca. 4000 mNN) an der Grenze zur subalpinen Wüste den östlichsten Posten. Gemeinsam mit der *Stipa glareosa*-Gesellschaft in Tibet sind hier ausser *Tanacetum fruticulosum* und *Potentilla bifurca* die drei "Übrigen": *Pennisetum flaccidum, Stipa glareosa* und *Chamaerhodos sabulosa* (Foto 6). Wie erwähnt, wurden die letzten beiden in Ladakh bisher westlich und nordwestlich des Taglang La nicht gefunden. Vermutlich ist mit solch wenig auffälligen Änderungen in der floristischen Zusammensetzung auch auf der Südseite der Ladakh Range eine Annäherung an die Wüstensteppen des tibetanischen Hochlandes angedeutet.

Standort und biotische Einflüsse

An allen Aufnahmeorten bilden Granite oder granitische Gesteine, die zum Ladakh- oder Transhimalaya-Pluton gehören, die Bodenunterlage. In jedem Fall ist dieses Gestein als Ausgang für die Bodenbildung als Schutt vorhanden, am häufigsten als gut gefestigter mittelgrober oder Blockschutt. Kaum verschieden von den subalpinen Wüsten, handelt es sich auch in den vorliegenden Wüstensteppen um eigentliche Rohböden. Wegen der stets äusserst geringen Humusbildung lassen sich in diesen Halbwüstenböden an Ort und Stelle gewöhnlich weder ein Humushorizont noch andere Horizonte nachweisen. Die meist hell- oder ockerbraune Feinerde im Hauptwurzelhorizont ist vorwiegend feinsandig, ± schluffreich und skelettig.

Von 9 Aufnahmestellen wurden Bodenproben entnommen. Nur bei 2 Proben (Nr. 8 und 10) war keine Carbonatreaktion zu erkennen. Zwei Tests verliefen sehr schwach, drei deutlicher, und in zwei Proben war die Reaktion stark bzw. sehr stark und anhaltend. Die pH-Werte variieren für die gleichen Proben zwischen 7,2 und 8,3 bei einem Mittel von 7,7. Da das reine granitische Gestein carbonatfrei ist, dürften Carbonatgehalt und die basischen pH-Werte durch die an früherer Stelle (z.B. 1995) erwähnte, unter ariden Bedingungen erfolgende Carbonatisierung (calcification), erklärt werden.

In der Regel liegen auf dem Boden der Wüstensteppe Steine unterschiedlicher Grösse, die in den hier erfassten Beständen 10% bis 40% der Oberfläche bedecken. Vor allem grössere Steine können in ariden Gebieten mit besonders starker und anhaltender Einstrahlung eventuell als (Klein-) Standortsfaktoren von gewisser Bedeutung sein. Kleine sowie keimende Pflanzen, die im Schutz eines Steins aufwachsen und z.B. von längerer Beschattung profitieren, sind gegenüber anderen vermutlich im Vorteil. Vielleicht ist damit in gewissen Fällen auch die unterschiedliche Artenzahl gleich grosser Flächen innerhalb derselben Gesellschaft zu erklären!

Überall ist die Wüstensteppe stärkster Beweidung ausgesetzt, insbesondere natürlich durch Schafe und Ziegen. In der Nähe der Oasen-Siedlungen sind es vermehrt auch Rinder und Dzos. Unbedeutender wirken vermutlich zu den Hochlagen (Alpweiden = Phu) durchziehende Tiere, wie Pferde, Esel, Dzos und Yaks.

In holzarmen Gebieten werden – heute eher als Ausnahme – gelegentlich Zwergsträucher oder -halbsträucher, wie Artemisien und *Tanacetum fruticulosum,* als Brennmaterial gesammelt. Solche Einwirkungen dürften derzeit – weil unbedeutend – für die Vegetation kaum ernste Folgen haben. Wo in Ladakh Häuser gebaut werden, findet ein anderer Zwerghalbstrauch Verwendung: *Stachys tibetica,* von den Einheimischen "Yakzes" genannt. Der Ziest wird für den Bau eines Hauses in grösseren Mengen gesammelt, um dann als Isoliermaterial besonders in Zimmerdecken und Deckenböden verwendet zu werden. Durch dieses Sammeln steht aber weniger

die Wüstensteppe im Vordergrund des Interesses, weil der Tibeter Ziest hier normalerweise nicht besonders häufig auftritt. Eher betroffen sind da schon Blockhalden bzw. die eigentliche *Stachys tibetica*-Gesellschaft auf Blockschutt.

4. Abstecher ins Nubratal (mit Artenliste aus der Wüste bei Panamik)

Feldarbeiten auf der Nordseite des Khardung La (Foto 11) boten im Sommer 1995 die Möglichkeit für einen kurzen Besuch des Nubratals, dessen Hauptfluss NW Satti in den Shyok River mündet (Abb. 1). Da alle Gebiete nördlich und nordöstlich der Ladakh-Kette während Jahrzehnten aus militärischen Gründen für Nichtinder gesperrt waren, konnte man der unerwarteten neuen Chance, wenigstens den untersten Talabschnitt zu besuchen, nicht widerstehen.

Geographisch gehört das Nubratal, das ungefähr parallel zum oberen Shyoktal verläuft, zum östlichen Karakorum. Im Sommer 1995 war der Zutritt nur bis Panamik erlaubt.

Die breiten Talböden der Flüsse Shyok und Nubra werden von riesigen Sand- und Schotterflächen eingenommen, die am Rande oft von dichtem Buschwerk mit *Tamaricaria* und Sanddorn gesäumt sind. Alle grösseren Siedlungen vom Talende bis Panamik (ca. 25 km) liegen auf der linken Talseite, zumeist auf weiten, flachen Schuttkegeln. Jede Siedlung ist von ausgedehnten Kulturflächen umgeben, die an der Grenze mancherorts ineinander übergehen. Ausser den üblichen Getreidekulturen mit vorwiegend Gerste, werden Kartoffeln und alle möglichen Gemüsesorten angebaut, auch Obst mit Aprikosen und massenweise Weiden und Pappeln, stellenweise von ergiebigen Weiderasen unterbrochen. Alle diese ertragreichen Kulturen sind auch in Nubra ausnahmslos von der künstlichen Bewässerung abhängig. Dank zahlreicher z.T. riesiger Gletscher in den Hochlagen und im Talhintergrund ist Wasser in fast jeder Menge verfügbar. Trotzdem sind die üppig grünen Kulturen von Wüste umgeben. Wenn bereits THOMSON (1852) erkannte, dass in der Vegetation ausserhalb der Oasen keine wesentlichen Unterschiede bestehen zur kargen Pflanzendecke in der Gegend von Leh, so können wir dieser Feststellung nur zustimmen. Ohne Bewässerung herrscht überall, mindestens aber im unteren Abschnitt von Nubra wie auch im Shyoktal, die subalpine Wüste.

Leider verhinderten schlechte Wetterverhältnisse die zielgerechte Durchführung von Vegetationsaufnahmen in einem grösseren Umfeld. Als Behelf möge nachstehende Liste vom 6.8. 1995 einen bescheidenen Eindruck von der Wüstenflora in der Umgebung von Panamik (ca. 3200 mNN) vermitteln:

Artemisia brevifolia Wall.
Artemisia gmelinii Web. ex Steckm.
Astragalus oplites Benth.
Bassia fiedleri Aellen – nur vereinzelt!
Carex stenophylla Wahlenb.
Chenopodium botrys L.
Christolea crassifolia Camb.
Crepis flexuosa (DC.) Bth. & Hook. f.
Ephedra intermedia Schrenk & Mey.
Ephedra regeliana Florin
Erodium stephanianum Willd. – nur vereinzelt!
Halogeton arachnoideus Moq.
Haloxylon thomsonii Bunge
Hippophae rhamnoides L. subsp. *turkestanica* Rsi.
Krascheninnikovia ceratoides (L.) Gueld.
Lycium ruthenicum Murray – stellenweis sehr häufig!
Nepeta floccosa Benth.
Perovskia abrotanoides Kar.
Physochlaina praealta (Dcne.) Miers
Piptatherum gracile Mez
Rosa webbiana Wall. ex Royle
Stipa splendens Trin. – stellenweise häufig!
Tanacetum fruticulosum Ledeb.

Die Frage, in welcher Höhenlage im Nubratal die alpine Stufe beginnt und wie die Vegetation dort beschaffen ist, kann vorläufig nicht beantwortet werden. Aufgrund des Verlaufs der Isochionen nach WISSMANN (1959) wäre der Übergang subalpin – alpin gegenüber dem Industal etwas tiefer anzusetzen, möglicherweise zwischen 3900 und 4100 mNN?

5. Alpine Steppe mit Potentilla bifurca und Artemisia gmelinii (Tabelle 2)

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 2

Nr. 1 Tal auf N-Seite des Khardung La, ca. 300 m oberhalb der Strasse, 4440 mNN. Untergrund: Geröllblöcke aus Granit; Gebirgssteppenboden mit schluffreicher, skelettiger Feinerde (ockerfarbig); pH-Wert in 10 cm: 6,7; keine Carbonatreaktion (8.8.1995).

Nr. 2 Gleiche Region wie Nr. 1, ca. 700-800 m NW oberhalb der Strasse zum Khardung La, 4510 mNN. Unt. grund: Blockschutt aus Granit; Steine bedecken ca. 15% der Oberfläche; hellbraune Feinerde stark grusig, skelettreich; pH-Wert in 10 cm: 7,6; sehr schwache Carb. reaktion (8.8.1995).

Nr. 3 Gleiche Grossregion wie Nr. 1 und 2, ca. 1 km W oberhalb der Strasse zum Khardung La, 4550 mNN. Unt.grund: sehr grober Blockschutt aus Granit; Steine bedecken ca. 25% der Oberfläche; keine Bodenproben (8.8.1995).

Nr. 4 S-Seite des Khardung La, ca. 2 km S South Pulla, 4530 mNN. Unt.grund: Schutt-Blockschutt aus Granit; Bodenoberfläche auffällig grusig-steinig, gröbere Steine ca. 25% der Oberfläche deckend; Feinerde (hell ocker) feinsandig, skelettig; pH-Wert in 10 cm: 6,1; keine Carb.reaktion (16.8.1995).

Nr. 5 Ca. 1 km SE der Aufn.fläche Nr. 4, 4500 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus granitischem Gestein; Bodenoberfläche sehr steinig; grobe Steine bedecken ca. 1/2 der Oberfläche; Feinerde (hell schokoladebraun) schluff- und sandreich; pH-Wert in 10 cm: 7,2; keine Carb.reaktion (16.8.1995).

Nr. 6 S-Seite des Chang La, ca. 0,5 km S Zingrul, 4680 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Granit, gut gefestigt; mittlere u. grobe Steine bedecken ca. 30% der Oberfläche; Feinerde (umbra braun) fein – grobsandig, z.T. etwas feucht; pH-Wert in 10 cm: 7,5; keine Carb.reaktion (5.9.1997).

Nr. 7 E-W-verlaufendes Seitentälchen zwischen Sakti und Zingrul, 4500 mNN. Unt.grund: kompakter Sandboden (Granit); ca. 10% grobe und mittelgrobe Steine an Oberfläche; hell ocker-braune Feinerde sehr sand- und schluffreich, wenig skelettig; pH-Wert in 10 cm: 7,0; keine Carb.reaktion (5.9.1997).

Nr. 8 Ca. 400 m SW gegenüber Aufn.fläche von Nr 7 zwischen Sakti und Zingrul in gleicher Höhenlage. Unt.grund: Schutt und Blockschutt aus Granit, gut gefestigt; mittelgrobe Steine bedecken ca. 15% der Oberfläche; hellbraune Feinerde skelettreich, feinsandig mit ewas Schluff (5.9.1997).

Nr. 9 N-Seite des Chang La, ca. 8 km E Tsoltak, 4780 mNN. Unt.grund: gut gefestigter Schutt aus verschiedenen kristallinen Gesteinen; Bodenoberfläche zu ca. 1/3 von mittelgroben Steinen bedeckt; ocker-braune Feinerde sehr schluffreich; pH-Wert in 5 cm: 7,2; starke Carb.reaktion (18.8.1997).

Nr. 10 N-Seite des Chang La, ca. 9 km E Tsoltak, 4760 mNN. Unt.grund: gut gefestigter Schutt aus Gneisen und Granit; mittelgrobe Steine decken ca. 40% der Oberfläche; skelettige Feinerde (hell ocker) sehr schluffreich; pH-Wert in 10 cm: 8,2; Carb.reaktion deutlich aber nicht stark (16.8.1997).

Nr. 11 N-Seite des Chang La, ca. 9 km E Tsoltak, 4710 mNN. Unt.grund: Gesteine des gut gefestigten Schuttbodens wie Nr. 10; grobe und mittlere Steine bedecken ca. 1/2 der Oberfläche; Feinerde wie in Nr. 10, aber skelettreicher, weniger Feinsand und Schluff (16.8.1997).

Nr. 12 N-Seite des Chang La, ca. 11-12 km E Tsoltak, 4530 mNN. Unt.grund: gut gefestigter Schutt und Blockschutt aus Gneisen und Granit; gröbere und mittelgrobe Steine bedecken ca. 1/2 der Oberfläche; sehr skelettreiche Feinerde mit viel Feinsand und Schluff (16.8.1997).

Die Bestandesaufnahmen von Tabelle 2 verteilen sich innerhalb der Ladakh Range auf die nördlichen (Varianten A und D) und südlichen (Varianten B und C) Seitentäler der beiden Hochpässe Khardung La und Chang La (Fotos 11, 12). In vertikaler Richtung stellt die hier gefasste alpine Steppe nach oben hin die natürliche Folgevegetation auf die beschriebene Wüstensteppe dar. Wie weit eine solche aber weiter im Osten bzw. Südosten der Ladakh-Kette mit zunehmender Trockenheit zugunsten der Wüstensteppe reduziert ist und schliesslich eventuell ganz ausfällt, bleibt vorläufig ungeklärt. Andeutungen in dieser Richtung wurden anhand der Verhältnisse auf der Nordseite des Chang La (s. oben) bereits gemacht.

Auf der Südseite des Khardung La bewegt man sich – von unten aufsteigend – spätestens in einer Höhenlage von 4400 m in alpiner Steppe, wie sie durch Variante B (Tab. 2) dokumentiert ist, soweit dies Bodenbeschaffenheit und Geländeform erlauben (Foto 9). Der Übergang in die hochgelegenen lückigen Rasen (Tab. 3) erfolgt kaum tiefer als etwa 4700 mNN. Auf der Nordseite des Passes, in den Hochlagen des Shyoktales, herrschen im allgemeinen sehr ähnliche Verhältnisse (Foto 10). Weil in dieser Höhenstufe beidseits des Khardung La kleinere und

Tabelle 2 Alpine Steppe mit Potentilla bifurca und Artemisia gmelinii
(Einzugsgebiete des Khardung La und Chang La)

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahmenummer bis 42 (+ 300), übrige (+ 200)	82	83	84	90	91	40	41	42	25	19	20	21
Höhe mNN (x 10)	444	451	455	453	450	468	450	450	478	476	471	453
Exposition	ENE	NE	NE	SW	S	NW	SW	N	SE	S	S	N
Neigung (Grad)	10	30	25	25	30	30	15	30	15	20	10	20
Deckungsgrad (%)	40	50	60	40	50	60	40	45	45	45	40	40
Aufnahmefläche (m^2)	100	100	100	100	100	150	150	150	150	100	150	150
Artenzahl	18	19	16	22	15	18	15	14	15	11	9	10
Varianten	A			B		C			D			
Kennzeichnende Artengruppen, teils Differentialarten zur Wüstensteppe (Tabelle 1)												
D 1. Elymus jacquemontii (Hook.f.)T.A.Cope	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Poa attenuata Trin.	1	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2. Krascheninnikovia ceratoides (L.)Guelden.	3	+	.	.	.	.	.	.	2	.	+	+
3. Psychrogeton andryaloides (DC.)Nov. 1)	+	1	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.
D Astragalus strictus Grah.et Benth.	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
D Festuca alaica Drobow	.	+	1	2	+	.	.	.	.	.	.	.
Leontopodium ochroleucum Beauv.	.	.	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.
o 4. Eritrichium canum (Benth.)Kitam.	+	+	+	r	1	+	+	1	.	.	.	.
Nepeta discolor Royle ex Benth.	r	.	2	2	1	1	+	+	.	.	.	.
Piptatherum gracile Mez	.	1	.	2	2	.	3	1	.	.	.	.
5. Polygonum polycnemoides Jaub.et Spach / 2)	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
6. Stipa caucasica Schmlh.ssp.glareosa Tzvel.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	2	r
D Ptilotrichum canescens (DC.)C.A.Mey.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1
Tanacetum fruticulosum Ledeb.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	3
Häufige und charakteristische Arten einer höheren Einheit (Verband, Ordnung?)												
Potentilla bifurca L.	1	1	1	1	1	+	+	2	2	1	1	1
Artemisia gmelinii Web.ex Steckm.	+	2	r	+	3	2	r°	3	r	2	.	r
Astragalus oplites Benth.	+	+	.	+	+	2	+	2	2	.	.	.
Euphorbia tibetica Boiss.	2	1	.	1	1	.	+	.	+	+	.	+
Oxytropis microphylla DC.	.	1	.	.	.	+	+	+	+	.	2	1
Elymus schugnanicus (Nevski)Tzvel.	.	.	.	1	2	2	1	1	1	+	.	.

	Übrige Arten												
	Acantholimon lycopodioides Boiss.	.	3	.	r	r	.	.	r°	3	.	.	.
	Koeleria cristata (L.)Pers.	1	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.
D	Potentilla sericea L.	+	.	3	.	.	2	.	+	.	.	.	.
D	Dracocephalum heterophyllum Benth.	.	2	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.
	Silene moorcroftiana Wall.	.	.	+	.	.	1	.	1	.	.	.	.
D	Polygonum molliaeforme Boiss.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Elymus canaliculatus (Nevski)Tzvel.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D	Torularia cf. humilis (Mey.)O.E.Schulz	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Chrysanthemum pyrethroides Fedtsch.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
D	Carex moorcroftii Falc.ex Boott	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.
	Poa sterilis M.Bieb.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.
	Androsace robusta (Kunth)Hand.-Mazz. 3)	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.
	Carex stenophylla Wahlenb.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
	Allium przewalskianum Regel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	r	.
	Leymus secalinus (Georgi)Tzvel.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	(+)

1) var. andryaloides Griers.
2) und/oder Polygonum rottboellioides J.et Sp.
3) ssp. robusta Y.Nasir

D Differentialarten gegenüber Wüstensteppe tieferer Lagen (Tabelle 1)

Varianten: A Nordseite des Khardung La
B Südseite des Khardung La
C Südseite des Chang La
D Nordseite des Chang La

7: Stipa roborovskyi Rosh. 1
Arnebia euchroma (Royle)J.M.Johnst. r
9: Artemisia macrocephala Jacq.ex Bess. 2
Ephedra gerardiana Wall. +
Lappula heteracantha (Led.)Gürke r
10: Artemisia wellbyi Hemsl.& Pears. 1
Lonicera spinosa (Dcne.)Walp. +
11: Stipa breviflora Griseb. 2
Heteropappus semiprostratus Griers. 1
12: Physochlaina praealta (Decne.)Miers r

Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tabellen-Nr.:

1: Sibbaldia cuneata Kunze var.micrantha RRS +
3: Oxytropis humifusa Kar.et Kir. 1
Geranium cf.regelii Nevski +
Viola sp. +
4: Kobresia royleana (Nees)Boeck. 2
Taraxacum cf.brevirostre Hand.-Mazz. 1
Arabis tibetica Hook.f.et Th. +
Potentilla argyrophylla Wall. +
Astragalus cf.rhizanthus Royle +
Crepis multicaulis Led.ssp.congesta Babc. +
Polygonum cognatum Meissn. r
5: Cicer microphyllum Benth. 1
Lindelofia cf.stylosa (Kar.et Kir.)Brand +
6: Artemisia minor Jacq.ex Bess. 2
Leontopodium nanum (Hk.f.et Th.)Hd.-Mz. 1
Elymus schrenkianus (Fisch.et Mey.)Tzv. +
Trisetum spicatum (L.) Richt. +
Oxytropis tatarica Camb.ex Bunge +
Androsace septentrionalis L. r

grössere Blockhalden oft grossräumig überwiegen, ist die zusammenhängende Vegetationsdecke meist nur in relativ kleinen Flächen zu verfolgen. Dadurch ist auch ein genaueres Wahrnehmen der höheren Vegetationsgrenzen oder -Übergangsbereiche erschwert.

Am Chang La ist für den alpinen Steppen-Gürtel (Variante C) an der Südabdachung gegen Sakti ein ähnlicher Verlauf anzunehmen (s. auch Kap. 7). Auf der Nordseite des Passes gegen das Tal von Tangtse erweist sich die Vegetation gegenüber der Nordseite des Khardung La als stärker verschieden. Das ergibt sich schon rein floristisch beim Vergleich der entsprechenden Differentialartengruppen zwischen Variante A und D in Tab. 2. Wie bereits erwähnt, dringt dort die Gebirgswüste (Tab. 4) weit über die 4000 m-Höhenlinie ins Tal von Tsoltak vor. Unterhalb 4500 mNN ist selbst in N-Exposition noch keineswegs eine einigermassen typische alpine Steppe zu erwarten. Demzufolge sind auch die beiden Aufnahmen von Nr. 11 und 12 (Tab. 2) keine repräsentativen Beispiele der alpinen Steppe. Ausserdem trifft es im Mittel auf eine Einheitsfläche der Variante D nur ca. 11 Arten im Unterschied zu etwa 17 der Varianten A bis C! Vergleichen wir nur die auf der Nordseite gelegenen Aufnahmeorte untereinander, so ist der mittlere Deckungsgrad in Variante D um ca. 10% geringer. Der Übergang in die Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* vollzieht sich im Tal von Tsoltak erst oberhalb 4900 m.

Für die östliche Ladakh-Kette ist die alpine Steppe in der einen oder andern Form als Klimaxvegetation der unteren alpinen Stufe zu betrachten. In den trockensten Gebieten nimmt die Steppe vermutlich nur noch die höheren Lagen ein, oder sie wird schliesslich ganz durch eine alpine Wüstensteppe oder Halbwüste ersetzt.

Zur charakteristischen Artengruppe einer höheren Einheit (Verband, Ordnung?) zählen Sippen, die in mehr als der Hälfte der Aufnahmen vorkommen und den Schwerpunkt ihrer Verbreitung hier oder in nah verwandten Gesellschaften haben. Sämtliche Taxa der häufigen und charakteristischen Arten einer höheren Einheit (Tab. 2) finden sich ebenso in der benachbarten Wüstensteppe, wenn teilweise auch mit geringerer Stetigkeit. Zu berücksichtigen ist dabei unbedingt die Artmächtigkeit, denn Pflanzen wie *Artemisia gmelinii* oder *Acantholimon lycopodioides* wird man auch in tieferen Lagen antreffen, nie aber mit grösserer Abundanz wie in der alpinen Stufe!

Zur Abgrenzung gegenüber der Wüstensteppe dienen vorerst die mit D bezeichneten Trennarten, z.B. *Astragalus strictus, Festuca alaica, Ptilotrichum canescens* (Foto 8) oder *Potentilla sericea* u.a. Ansehnlicher ist allerdings in der Wüstensteppe die Gruppe der Differentialarten gegenüber der alpinen Steppe, von denen – mit Ausnahme von *Tanacetum fruticulosum* – keine in Aufnahmen der Tabelle 2 vorkommen. Die meisten der 6 Vertreter in der 7. Gruppe finden sich in allen vier Varianten. Nicht weniger als 7 Bestandeslisten führen 5 oder sogar 6 dieser "Kennarten" und nur zwei lediglich deren 2.

In der Hälfte der Aufnahmen von Tabelle 2 wird der jeweilige Bestand durch einen bestimmten Chamaephyten dominiert (mit Artmächtigkeit 3). Das kann sein: *Artemisia gmelinii, Krascheninnikovia, Tanacetum fruticulosum* oder *Acantholimon lycopodioides.* Igelpolstersteppen mit dem vorherrschenden *Acantholimon* sind im Gebiet des Khardung La wie des Chang La nur auf der Nordseite festgestellt worden. Je einmal dominieren die Hemikryptophyten *Piptatherum gracile* und *Potentilla sericea.* In den übrigen Listen stehen meist mehrere Sippen mit Artmächtigkeit 2 an der Spitze.

Bemerkenswert ist das Fehlen der Artengruppen 1-5 in den Aufnahmen der Variante D. Eine Ausnahme davon macht *Krascheninnikovia,* die zwar in insgesamt 9 Aufnahmen (Wüstensteppe und alpine Steppe zusammen!) von der Nordseite der Ladakh-Kette 7 mal vertreten ist, aber in den 18 Aufnahmelisten auf der Südseite durchgehend fehlt. Das Verbreitungsmuster wäre wohl eher verständlich, wenn *Krascheninnikovia* nicht für die gleiche Seite des Industales zur Differentialarten-Gruppe der subalpinen Wüstenvegetation gezählt werden könnte (HARTMANN, 1995). Auch in der Umgebung von Leh ist die Hornmelde unterhalb 4000 m durchaus nicht selten anzutreffen. Als Begleitart der subalpinen Wüste ist sie auf der linken Talseite des Indus aber selten (oberhalb Stok auf 3700 mNN einmal notiert!). In den Seitentälern von Matho Phu bis zum Kanda La und im Markhatal bis Nimaling zählt *Krascheninnikovia* jedoch zu den

wichtigen und häufigen Arten der alpinen Steppe (HARTMANN, 1987, 1990). Weiter im Osten und Südosten, vom Taglang La bis Rupshu und bis zum Tso Moriri, nimmt ihre Bedeutung am Aufbau der hochgelegenen Wüstensteppen bis zur eigentlichen Gebirgswüste eher noch zu.

Auf der anderen Seite haben einige Arten der Gruppen 1-7 (Tab. 2) entlang des Transhimalaya möglicherweise im vorliegenden Untersuchungsgebiet ihre östliche Grenze erreicht. So wurden z.B. *Festuca alaica* östlich einer Linie Leh – Matho und *Eritrichium canum* östlich Sakti – Upshi nicht mehr gefunden. Zum letzten Verbreitungsmuster gehört wahrscheinlich auch *Piptatherum gracile,* denn das in DICKORÉ (1995) zitierte Einzelvorkommen (nach Strachey & Winterbottom) vom Shushal River (4270 m) im Süden des Pangong Tso ist mit einem Fragezeichen behaftet. Auch der in Wüstensteppen und alpinen Steppen häufige *Astragalus oplites* ist in keiner Liste weiter im Osten und Südosten mehr registriert worden. Nach den eigenen Aufzeichnungen tritt dieser Tragant zuletzt noch in der höheren alpinen Steppe auf der Nordseite des Chang La auf.

Entgegengesetzt verhält sich in dieser Beziehung das Verbreitungsbild von *Stipa glareosa* und *Ptilotrichum canescens* (Variante D). Dass erstere aufgrund der bisherigen Kenntnisse innerhalb des Transhimalaya offenbar in diesem Abschnitt (Nang!) die Westgrenze erreicht, ist bereits erwähnt worden. Ähnlich ist wahrscheinlich die Verbreitungsgrenze für *Ptilotrichum canescens,* einem drabaähnlichen Xerophyten (Foto 8) der alpinen Stufe, der erst vom Chang La an, aber auch weiter im Süden, vom Taglang La ostwärts häufig auftritt. Der bisher westlichste Fund stammt aus der alpinen Steppe im oberen Markhatal (NW Nimaling).

Eine nicht ganz verständliche Verbreitung zeigt *Tanacetum fruticulosum,* die dritte Trennart von Variante D. Bereits zu den häufigen und charakteristischen Arten der subalpinen Wüste im Industal zählend, erreicht der Zwerghalbstrauch, nach Stetigkeit und Artmächtigkeit beurteilt, seinen Schwerpunkt in der Wüstensteppe, am Übergang in die alpine Stufe, fehlt dann aber in allen Aufnahmen der alpinen Steppe beidseits des Khardung La sowie auf der Südseite des Chang La. An der Nordseite des letzteren erreicht *Tanacetum* die Höhe von ca. 4800 m! Es ist schon früher (HARTMANN, 1990) zur kennzeichnenden Artengruppe der alpinen Steppe im oberen Markhatal gestellt worden. Am Nordhang des Taglang La erreicht es die alpine Stufe deutlich (bis ca. 4600 m), fehlt dann jedoch auf der Südseite und in sämtlichen Bestandesaufnahmen von Rupshu. Nördlich der Ladakh Range ist *Tanacetum fruticulosum* – wie bekannt – eine wichtige Komponente der Gebirgswüste bis zum Pangong Tso, ebenso in der Wüste des oberen Industales. Im Seitental, das aus Richtung Sumdo W Mahe mündet, wurde die Sippe noch zwischen 4500 und 4600 mNN in halbwüstenartiger Umgebung gesehen. Sie erreicht aber den Kiagar La nicht mehr und ist auch weiter südlich, weder im Becken des Kiagar Tso, noch im westlichen Einzugsgebiet des Tso Moriri gefunden worden.

Die drei erwähnten Differentialarten der Variante D kennzeichnen die arideste Form der alpinen Steppe. Sie sind auch in zwei Listen von WANG JIN-TING (1988) aus Tibet aufgeführt. Zusammen mit *Krascheninnikovia, Stipa breviflora* sowie insbesondere *Potentilla bifurca* (Foto 7) und *Oxytropis microphylla* (Foto 13) ist eine floristische Verwandtschaft zur *Stipa glareosa*-Gesellschaft, etwas abgeschwächt auch zur wüstenartigen *Tanacetum fruticulosum*-Gesellschaft erkennbar.

Standort und biotische Einflüsse

Granite und granitartige Gesteine bilden auch für die alpine Steppe der Ladakh-Kette die Grundlage für die Bodenbildung. Auch hier ist das Gestein (C-Horizont) in der Regel als Schutt, vorwiegend als Blockschutt, seltener gefestigter Geröllschutt oder als kompakter Sandboden (Tab.-Nr. 7) vorhanden. Im Feld sind rein äusserlich am Aufbau des Gebirgssteppenbodens kaum Unterschiede zum Profil der Wüstensteppe erkennbar. Die Feinerde (fein-grobsandig) von hell- bis ockerbrauner Farbe ist im Wurzelhorizont mit Schluff angereichert, ± skelettreich bis steinig und stets gut gefestigt. Von einer Humusbildung ist an Ort und Stelle gewöhnlich nichts zu sehen.

An allen Örtlichkeiten ist die Oberfläche mit mittelgroben und gröberen Steinen übersät, die 10-50% der Fläche einnehmen.

Im Vergleich zur Wüstensteppe liegen die gemessenen pH-Werte bereits etwas tiefer. Aus 8 Proben resultieren Werte zwischen pH 6,1 und 8,2 bei einem Mittel von 7,1. Für die einzelnen Varianten betragen die pH-Mittelwerte: A = 7,2, B = 6,7, C = 7,2 und D = 7,7. Die Carbonatreaktion verlief in je 2 Aufnahmeflächen der Varianten B und C stets negativ, in A einmal negativ und einmal sehr schwach und in Variante D einmal stark und einmal deutlich, aber eher schwach.

Die alpine Steppe ist – wie die Wüstensteppe – in allen Gebieten starker Beweidung ausgesetzt. Es sind im Wesentlichen dieselben Tiere, welche die Pflanzendecke strapazieren, allen voran grosse gemischte Schaf- und Ziegenherden. Im Vergleich dazu ist der Einfluss durch Wildtiere zweifellos geringer. Unter den letzteren dürfte im Gebiet das Blauschaf oder Bharal (*Pseudois nayaur*) eine Vorrangstellung einnehmen. Kleinere Herden der schafähnlichen, aber den Ziegen zugeordneten Art wurden auf der Nordseite des Chang La beobachtet.

6. Hochalpine lückige Rasen mit Poa attenuata und Potentilla sericea (Tabelle 3)

Mit nur gerade 4 Bestandesaufnahmen aus dem Gebiet der beiden Hochpässe Khardung La und Chang La bleibt der Eindruck von der höchstgelegenen krautigen "Rasen"-Gesellschaft der Ladakh-Kette im östlichen Ladakh sehr mangelhaft. Weil es sich dabei wahrscheinlich aber um erste "vollständige" Artenlisten aus diesem Abschnitt des Transhimalaya handelt, kann damit wenigstens eine erste Vorstellung aus der hochalpinen Pflanzendecke vermittelt werden. Die einzelnen Aufnahmeörtlichkeiten lassen sich kurz wie folgt charakterisieren:

Nr. 1 N-Seite des Chang La, S oberhalb Tsoltak, 5150 mNN. Unt.grund: Felsblöcke aus Granit; mittelgrobe und kleinere Steine bedecken ca. 1/4 der Fläche zwischen den grossen gerundeten Blöcken; Feinerde des flachgründigen, steinigen Bodens feinsandig, dunkelbraun; pH-Wert in 5 cm: 5,8; keine Carbonatreaktion (18.8.1997).

Nr. 2 S-Seite, ca. 1,5-2 km E des Khardung La, 5100 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Granit; Steine bedecken ca. 1/2 der Bodenoberfläche; grau-braune Feinerde grus- und skelettreich; pH-Wert in 10 cm: 5,3; keine Carbonatreaktion (15.8.1995).

Nr. 3 Ca. 3 km SE des Khardung La, ± NE South Pulla, 4760 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Granit; Steine bedecken ca. 40% der Oberfläche; grau-ockerbräunliche Feinerde skelettig, grus- und sandreich; pH-Wert in 10 cm: 6,0; keine Carbonatreaktion (15.8.1995).

Nr. 4 Inmitten einer Felsblockhalde (Granit), ca. 300 m NE oberhalb South Pulla, 4700 mNN. Dunkelbraune, skelettige Feinerde nicht sehr homogen, z.T. feinsandig, schluffreich (15.8.1995).

Die Aufnahmen der Tabellen-Nr. 2 bis 4 vertreten ungefähr die "Rasenbildungen" auf der Südseite des Khardung La zwischen 4700 m und 5100 mNN. Dabei ist der tiefstgelegene Bestand (Nr. 4) kaum mehr als treffendes Beispiel eines hochalpinen Rasens zu betrachten, zu heterogen wirkt die Artengarnitur. Es ist zudem der Bestand mit den zahlreichsten eigenen Arten, von denen mehr als die Hälfte ebenfalls in der alpinen Steppe vorkommt. Mit letzterer gemeinsam sind hier weitere Sippen zu nennen, deren wichtigste *Oxytropis humifusa, Nepeta discolor* und *Elymus schugnanicus* sind. Durch die Lage des Aufnahmeorts inmitten einer ausgedehnten Felsblockhalde dürfte dem Einfluss durch Weidetiere an dieser Stelle kaum grössere Bedeutung zukommen. Die auffallend grosse Artenzahl ist vielleicht aber eher eine Folge kleinstandörtlicher Unterschiede innerhalb der Untersuchungsfläche, bedingt durch Granitblöcke im Boden, welche die Oberfläche teilweise beträchtlich überragen. Im Vergleich dazu repräsentiert der Bestand von Tabellen-Nr. 2 die hochalpine Pflanzengesellschaft weit besser, obwohl die Gräser von krautigen Pflanzen dominiert werden und ausgerechnet *Potentilla sericea* hier fehlt! Nur gerade drei der 18 Arten wurden schon in der alpinen und hochalpinen Steppe angetroffen, während die 5 nur in dieser Aufnahme verzeichneten Sippen, wie *Saussurea glacialis, Saxifraga jacquemontiana* etc. als

ausgesprochen hochalpine Vertreter in keiner Steppe oder Wüstensteppe vorkommen. Auch der Deckungsgrad ist hier dem in anderen alpinen Rasengesellschaften (HARTMANN, 1990 und 1997) vergleichbar.

Ungünstige Wetterverhältnisse auf der Nordseite des Khardung La erlaubten die Durchführung auch nur einer umfassenden Bestandesaufnahme leider nicht. Als Ersatz musste im Schneetreiben (10.8.1995) eine unvollständige Liste der auffälligsten Arten dienen: Abhang, ca. 30° E-Exp., oberhalb der Strasse, ca. 4800 mNN:

Artemisia minor Jacq. ex Bess.
**Ephedra gerardiana* Wall.
Geranium cf. *regelii* Nevski
Nepeta discolor Royle ex Benth.
Oxytropis humifusa Kar. & Kir.
Poa attenuata Trin.
Potentilla bifurca L.
Potentilla sericea L.
**Sibbaldia tetrandra* Bunge
**Tanacetum tibeticum* Hook. f.
Waldheimia glabra (Dcne.) Regel
Waldheimia nivea (Hook. f. & Th.) Regel

*Arten, die in Tabelle 3 nicht aufgeführt sind!

Tabellen-Nr. 1 vertritt als einzige Aufnahme die hochalpine Stufe am Chang La. Für weitere Hinweise zur Flora und Vegetation dies- und jenseits des Hochpasses vergleiche man Kap. 7. Die Zugehörigkeit der vier Bestände (Tab. 3) zur Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* als eine höhere Einheit (Verband, Ordnung) ist durch einige gemeinsame Vertreter der 1. kennzeichnenden Artengruppe gegeben. Dieselbe Artengruppe charakterisiert einerseits ebenso die in den Zanskar Mountains zwischen Indus- und Markhatal beschriebenen hochalpinen Rasengesellschaften (HARTMANN, 1990, Tab. 7) und anderseits – ohne *Oxytropis humifusa* – auch jene im Gebiet des Taglang La (1997, Tab. 4).

Weil innerhalb der 2. Artengruppe (Tab. 3), die eine Untereinheit (Assoziation?) als Gesellschaft kennzeichnen kann, teilweise nahezu keine Übereinstimmung vorliegt, ist anzunehmen, dass es sich dabei wohl um verschiedene Gesellschaften im Sinne von Assoziationen, eventuell sogar Verbänden handelt.

Zur Abgrenzung gegenüber der alpinen Steppe dienen zunächst die meisten Taxa der 1. kennzeichnenden Artengruppe. Im Rand- und Übergangsbereich gilt das allerdings gerade für *Poa attenuata* (= *P. koelzii* Bor) und *Potentilla sericea* am wenigsten. Aber auch andere Sippen wie *Potentilla gelida, Waldheimia glabra, Trisetum spicatum, Rhodiola wallichiana* oder *Saxifraga flagellaris* fehlen der alpinen Steppe. Anderseits wird man – aus der Steppe aufsteigend – die häufigen und charakteristischen Arten von Tabelle 2 in den lückigen Rasen nicht mehr oder nur noch selten antreffen. In der typischen Ausbildung wird auch der Grad der Vegetationsbedeckung mindestens etwa 70% erreichen, sodass sich diese Vergesellschaftung aus der Distanz betrachtet durch eine sanfte Steigerung in grün von der tieferen Höhenstufe abhebt.

Wie in den bisher untersuchten Landesteilen südlich des Indus kann die Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* unter den zonalen Gesellschaften auch für die Ladakh-Kette als artenreichste Vegetation bezeichnet werden. Mit ca. 20 Arten (21,5) im Mittel pro Flächeneinheit resultiert eine gute Übereinstimmung mit der vergleichbaren Vegetation am Taglang La (19). Selbst in den weniger einheitlichen Berglagen von Nimaling bis zum Kanda La sind es unter analogen Voraussetzungen noch 17-18 Arten. Eine differenziertere Betrachtung lässt dort allerdings zwischen den Gesellschaften im niedrigeren Rang (Assoziationen?) grössere Unterschiede erkennen. Mit durchschnittlich 21 verschiedenen Blütenpflanzen (5 Aufnahmen) wäre demzufolge die Artenkombination von *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* in der Ausbildung mit *Kobresia schoenoides* und *Trisetum spicatum* die artenreichste Pflanzengesellschaft.

Im Gegensatz zur Ladakh Range ist am Tagalang La bereits zwischen alpiner Wüstensteppe und hochalpiner Steppe eine Zunahme von im Mittel knapp 9 auf 14 Arten festzustellen. Nicht ganz gleich verhält sich auch die Abfolge der Vegetationsstufung. Anstelle der alpinen Steppe am Khardung La und am Chang La mit einer durchschnittlichen Höhe von ca. 4600 m (4440-4780 mNN) aus 12 Aufnahmeorten, erreicht am Taglang La die alpine Wüstensteppe mit *Kra-*

Tabelle 3 Hochalpine lückige Rasen mit Poa attenuata und Potentilla sericea

Tabellen-Nr.	1	2	3	4
Aufnahme-Nr.	326	287	288	289
Höhe mNN (x 10)	515	510	476	470
Exposition	E	S	WSW	WSW
Neigung (Grad)	15	30	30	25
Deckungsgrad (%)	75	75	50	65
Aufnahmefläche (m^2)	100	80	80	80
Artenzahl	18	18	21	29
Zur kennzeichnenden Artengruppe einer höheren Einheit [1] gehörend				
Poa attenuata Trin. cf.[x]	3	1	2	2[x]
Leontopodium nanum (Hk.f.et Th.)Hand.-Mazz.	2	3	+	+
Draba altaica (C.A.Mey.)Bunge	+	2	1	1
Potentilla sericea L.	3	.	1	1
Stellaria cf. persica Boiss.	+	.	.	r
Aster flaccidus Bge.ssp.flaccidus Griers.	.	1	.	+
Oxytropis humifusa Kar.et Kir.	.	.	+	+
Astragalus confertus Benth.	2	.	.	.
Kennzeichnende Arten von Untereinheiten (Assoziationen ?)				
Trisetum spicatum (L.)Richt.	+	2	1	.
Potentilla gelida C.A.Mey.	.	+	+	+
Kobresia schoenoides (Mey.)Steudel	+	.	.	1
Kobresia royleana (Nees)Boeck.	+	.	.	1
Waldheimia glabra (Decne.)Regel	.	1	+	.
Saxifraga flagellaris Willd.ssp. [2]	.	1	+	.
Nepeta discolor Royle ex Benth.	.	.	1	1
Draba glomerata Royle	1	.	.	.
Arenaria bryophylla Fern.	+	.	.	.
Potentilla nivea L.var.himalaica Kitam.	+	.	.	.
Sibbaldia cuneata Kunze var.micrantha R.R.St.	.	1	.	.
Aphragmus oxycarpus (Hook.f.et Th.)Jafri	.	+	.	.
Saussurea stoliczkai C.B.Clarke	.	.	+	.
Potentilla fruticosa L.var.pumila Hook.f.	.	.	.	2
Übrige Arten				
Rhodiola wallichiana (Hook.f.)S.H.Fu	.	2	+[o]	1
Nepeta longibracteata Benth.	(+)	+	.	.
Carex moorcroftii Falc.ex Boott	+	.	1	.
Cerastium cerastioides (L.)Britt.	.	+	+	.
Elymus schugnanicus (Nevski)Tzvel.	.	.	+	2
Waldheimia nivea (Hook.f.et Th.)Regel	.	.	r	r

1) der hochalpinen lückigen Rasen!
2) ssp. crassiflagellata Hult.

Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tabellen-Nr.1: Oxytropis tatarica Camb.ex Bge. +, Elymus schrenkianus (Fisch.et M.)Tzvel. +, Artemisia minor Jacq.ex Bess. +, Androsace septentrionalis L. +; Tab.-2: Saxifraga jacquemontiana Decne.var.stella-aurea (H.f.&T.)Clarke 1, Saussurea glacialis Herd. 2,Cremanthodium ellisii (Hook.f.)Kitam. +, Silene gonosperma (Rupr.)Bocquet ssp.himalayensis (Rohrb.)Bocquet +, Saxifraga hirculoides Decne. +; Tab.-Nr.3: Potentilla bifurca L. 3, Arabis tibetica Hook.f.et Th. 2, Astragalus strictus Grah. 1, Polygonum cognatum Meissn. +, Carex pseudofoetida Kük. +; Tab.-Nr.4: Lonicera spinosa (Decne.)Walp. 2, Biebersteinia odora Steph. 1, Leontopodium ochroleucum Beauv. 1, Chrysanthemum pyrethroides Fedtsch. 1, Geranium cf.regelii Nevski 1, Festuca alaica Drobov +, Cicer microphyllum Benth. +, Saussurea falconeri Hook.f. +, Artemisia gmelinii Web.ex Steckm. +, Potentilla argyrophylla Wall. +, Urtica hyperborea Jacq. +, Christolea crassifolia Camb. r, Cystopteris dickiaeana R.Sim. r, Primula sp. r

scheninnikovia und/oder *Ptilotrichum canescens* eine solche von ca. 4700 mNN (4550-4880 mNN) aus 23 Aufnahmeflächen. Die drei Aufnahmen der nur auf der Nordseite des Taglang La erfassten hochalpinen Steppe mit *Artemisia minor* und *Potentilla sericea* liegen in 4780, 4950 und 5200 mNN. Zum Abschluss erreicht die Gesellschaft der lückigen Rasen eine mittlere Höhe (8 Aufnahmen) von ca. 5150 mNN (4950-5300 mNN). Zur Zeit ist unbekannt, in welcher Form sich die hier beschriebene Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* nach Osten und Südosten, in Richtung Tibet fortsetzt. Mit zunehmender Aridität in dieser Richtung ist anzunehmen, dass die hochalpine Pflanzendecke schliesslich in Steppe bzw. Wüstensteppe und im Extremfall in eine eigentliche Kältewüste übergeht (Foto 22), wie sie WANG JIN-TING (1988) als "High-cold steppe" und "High-cold desert" beschrieben hat.

Am Chang La und am Khardung La bilden Granite in Form von Blockschutt oder Felsbrocken die Grundlage für die Bodenbildung. Die flachgründigen Böden haben im Hauptwurzelhorizont eine skelettreiche-steinige Feinerde aus Grus, Sand und meist wenig Schluff. Auf einen gewissen Humusanteil lässt die deutlich dunklere, meist grau-braune bis dunkelbraune Farbe schliessen. Die Prüfung der drei Proben auf den Carbonatgehalt verlief erwartungsgemäss stets negativ. In bezug auf den Säuregrad wurden pH-Werte von 5,3, 5,8 und 6,0 gemessen. Mittelgrobe und kleinere Steine bedecken ungefähr 1/4 bis 1/2 der Bodenoberfläche.

Das Landschaftsbild in den Hochlagen der beiden Pässe wird nebst anstehendem Fels durch Fels- und Steinblöcke geprägt. Deshalb bilden grössere zusammenhängende Flächen der lückigen Rasen eher die Ausnahme. Viel häufiger ist die Pflanzendecke in kleinere und grössere Inseln zwischen Felsbrocken und Blockhalden verteilt. Das erschwert einerseits ein genaueres Erkennen von Vegetationsgrenzen nach oben und unten aus grösserer Distanz. Andererseits kann dieselbe Pflanzendecke dadurch verschieden intensiver Beweidung ausgesetzt sein. Nur wo der Zugang für Weidetiere durch Stein- und Felsblockhalden nicht zu stark behindert wird, weiden Haustiere wie Yak, Dzo, Esel u.a. Andernfalls sind eventuell noch Murmeltiere und Wildschafe als Konsumenten zu erwarten.

7. Die auffälligsten Blütenpflanzen in ihrem Umfeld entlang der Strasse über den Chang La (5288 mNN)

Wahrscheinlich zählte der Chang La während Jahrzehnten zu den wichtigsten Übergängen von Kashmir bzw. Nord-Indien nach Tibet. Von den letzten grossen Expeditionen seien nur zwei aus der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts genannt, die jeweils von Leh aus über den Hochpass

den Pangong Tso erreichten. Sven Hedin hat mindestens zweimal diese Route gewählt. Auch die deutsche Zentralasienexpedition 1927/28 unter der Leitung von E. Trinkler ist diesen Weg gegangen. Letztere ist insofern von Interesse, weil der als technischer Leiter und Fotograf beteiligte Schweizer W. Bosshard auch eine Pflanzensammlung anlegte, die in den Herbarien der Universität Zürich deponiert ist und deren Bestimmung E. SCHMID (1932) übernommen hatte. Weil jene Funde fast ausschliesslich von den wenigen Lagerstellen stammen, ist es kaum möglich, daraus eine Vorstellung von der Vegetation zu gewinnen. Zumeist fehlen auch weitere Informationen zum Standort, über die vertikale Verbreitung und Häufigkeit der erwähnten Arten. Mit den nachfolgenden Ausführungen wird versucht, aufgrund der eigenen Beobachtungen ein konkreteres Bild von Flora und Vegetation beidseits des Passes zu skizzieren. Die Notizen wurden im Wesentlichen bei der Überquerung des Passes am 12. sowie am 18.8.1997 aufgezeichnet.

Im östlichen Seitental von Sakti, an dessen linksseitigem Talhang die Passstrasse Richtung Zingrul ansteigt, erreichen die sorgfältig terrassierten Gerstenkulturen im Talhintergrund eine Höhe von ungefähr 4000 mNN (Foto 3). An die künstlich bewässerten Felder grenzt seitlich subalpine Wüste, in der *Tanacetum fruticulosum* auch oberhalb 3800 mNN in der Regel dominiert. Daneben gehören zu den auffälligsten Blütenpflanzen: *Christolea crassifolia, Crepis flexuosa, Heracleum pinnatum, Matthiola flavida, Nepeta floccosa* und *Stachys tibetica.* Wo die Strasse auf ca. 3900 mNN viel Blockschutt und teilweise anstehenden Granitfels durchquert, wachsen *Arnebia euchroma, Arnebia guttata, Lindelofia anchusoides* und *Stipa* cf. *himalaica,* in Felsen auch *Inula obtusifolia.* In der Höhenlage von etwa 4000 m erscheint die Pflanzendecke gesamthaft leicht grünlich. Bei 4100 mNN notieren wir auf feinerem Schutt mehr Grasartige und weniger *Tanacetum.* Letztere dominiert bei ungefähr 4200 mNN, wo der Deckungsgrad ganz lokal schon fast 50% erreicht. In gleicher Höhe entdecken wir die ersten Exemplare von *Dracocephalum heterophyllum,* am Strassenrand relativ häufig *Scrophularia dentata.* Zwischen 4200 und 4300 mNN treten Expositionsunterschiede deutlicher hervor, indem nordexponierte Hanglagen sich durch erkennbar dichteren Bewuchs von gegenüberliegenden Hangflächen unterscheiden (Foto 5).

Bei 4300 mNN notieren wir *Astragalus oplites, Cicer microphyllum, Euphorbia tibetica* und *Nepeta discolor.* 50 m höher fallen durch besondere Häufigkeit auf: *Lindelofia* cf. *anchusoides* und *Elymus schugnanicus.* Anscheinend haben wir in dieser Höhe an Nordhängen die alpine Steppe oder den unmittelbaren Übergang dazu erreicht. Bei ca. 4400 mNN fallen erstmals *Artemisia gmelinii* und *Urtica hyperborea* durch ihre Häufigkeit auf. Eine grosse Herde aus Ziegen und Schafen kreuzt unseren Weg. Bei ca. 4450 mNN ist ein letzter grösserer Bestand von *Stachys tibetica* auf blockigem Untergrund anzutreffen. Daneben aber bewegt man sich auch an südexponierten Abhängen zweifellos in alpiner Steppe. Nebst vielen Bekannten wie *Potentilla bifurca* (Foto 7) und *Piptatherum gracile* sind weniger Bekannte wie *Melica persica* und *Chrysanthemum pyrethroides* auszumachen. In der Höhe von 4550 mNN fallen auf gut gefestigtem Blockschutt Herden von *Cicer microphyllum* auf, begleitet von *Eritrichium canum, Geranium* cf. *regelii, Poa sterilis* und *Silene moorcroftiana.* Bei ungefähr 4600 mNN entdecken wir ein erstes Polster von *Potentilla tetrandra* inmitten sonst unveränderter alpiner Steppe.

Für Zingrul zeigt das Altimeter eine Höhe von 4680 mNN an. Früher ein bekannter Lagerplatz von Expeditionen auf der Durchreise nach Tibet (s. oben), erwecken die verflachten Weidegefilde heute mit den wenigen Armee-Baracken des Kontroll-Postens einen eher öden, unbehaglichen Eindruck (Foto 12). Erste, noch spärliche Inseln lückiger Rasen künden die hochalpine Stufe an. Auf ungefähr 4700 mNN wird in nahezu nordexponierter Lage in solcher Umgebung noch einmal *Astragalus oplites* registriert neben *Leontopodium nanum, Oxytropis tatarica, Potentilla sericea, Psychrogeton andryaloides, Trisetum spicatum* und *Waldheimia glabra.* Gesamthaft wirken die Abhänge diesseits des Hochpasses steiler, abweisender als am Taglang La, eventuell auch als am Khardung La. Auf erste Exemplare von *Delphinium brunonianum* treffen wir bei etwa 4750 mNN. 30 m höher kommen *Carex* cf. *nivalis, Gentiana* cf. *algida, Oxyria digyna* und *Saussurea* cf. *glacialis* dazu.

In der Höhe von 4840 mNN trifft man in S-Exposition auf lückige Rasen, in denen die hier kurzen Horste von *Kobresia schoenoides* vorherrschen neben *Nepeta discolor, Potentilla fruti-*

cosa var. *pumila* und *Waldheimia nivea. Nepeta discolor* wächst in Südlage noch auf 4900 m neben *Poa sterilis.* Bei 4980 mNN blüht *Nepeta longibracteata,* und bei 5000 mNN hat *Rhodiola wallichiana* bereits Früchte angesetzt. 5110 mNN: die Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* hat sich überall etabliert, wo der Untergrund dies erlaubt. *Rhodiola wallichiana* und *Draba altaica* sind hier sehr häufig, in dieser Eigenschaft nur noch von *Potentilla sericea* übertroffen. Bei 5220 mNN überraschen im feuchten Granitschutt ganze Herden von *Primula macrophylla.* Letzte Rasenflecken erreichen eine Höhe von mindestens 5300 mNN. Dem Chang La wird von offizieller Seite die Höhe von 17.350 ft zugewiesen, was 5288 m entspricht.

Nach Überqueren der Passhöhe beherrschen weiterhin Fels- und Steinblöcke das Feld auch auf der Nordseite. In kleineren und grösseren Inseln dazwischen sind die lückigen Rasen mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* zu erkennen, in denen sich oft auch *Kobresia schoenoides* gehäuft bemerkbar macht. Geschlossene kurze Rasen finden sich, wenn oft auch sehr kleinflächig, nur an wasserzügigen Stellen, in Mulden etc. bis gegen 5250 mNN herauf. In der Höhe von etwa 5150 m blüht im feuchten Granitschutt überall *Cremanthodium ellisii.* Tsoltak, der nördliche Kontrollposten, befindet sich auf ungefähr 5000 mNN. Darunter, talabwärts überraschen zunächst in ebener und schwach geneigter Lage ausgedehnte, stark abgeweidete, ± dicht geschlossene Rasen bis etwa 4900 mNN, die zugleich feuchtere Bodenverhältnisse anzeigen. Auf und zwischen Steinen tummeln sich scharenweise Murmeltiere. In dieser Höhenstufe macht die Gesellschaft mit *Poa attenuata* und *Potentilla sericea* an Nordhängen allmählich der Steppe Platz. Gegenüberliegende Hänge fallen vor allem durch vorherrschenden Blockschutt auf; eine sehr lockere Rasenbildung ist höchstens noch ganz vereinzelt zu finden. Unter 4900 m bestimmt in Hanglage immer stärker die alpine Steppe das Vegetationsbild; hier zeigen sich nebst *Urtica hyperborea* und einigen Gräsern die ersten Exemplare von *Astragalus oplites* sowie die letzten Pölsterchen von *Arenaria bryophylla.*

Ungefähr 6 km E Tsoltak, auf ca. 4850 mNN bewegt man sich fast plötzlich unerwartet in alpiner Steppe, in der grossflächig die Igelpolster von *Acantholimon lycopodioides* den Ton angeben. 4800 mNN: weitflächig alpine Steppe mit noch blühendem *Acantholimon* nebst viel *Krascheninnikovia, Artemisia gmelinii, Ephedra gerardiana, Oxytropis microphylla, Lonicera spinosa, Stipa* sp. und sehr vereinzelt erste zwerghafte Exemplare von *Tanacetum fruticulosum.* Letzteres tritt dann 100 m tiefer (9 km E Tsoltak) immer deutlicher in Erscheinung.

Den Bachlauf begleiten bald schmalere, bald breitere dichte Rasen, auf denen zur Zeit Pferde weiden. Dieses Bild wiederholt sich immer wieder noch weit talabwärts. An den Talhängen wird die Pflanzendecke mit zunehmender Tiefe spärlicher. Schon vor Erreichen der 4600 m-Linie entspricht der erste Eindruck aus der Distanz eher einer Wüstensteppe oder Halbwüste, in der sehr oft *Tanacetum fruticulosum* dominiert. Auf steiniger Unterlage ist *Lonicera spinosa* auffallend häufig. 10 km E Tsoltak bemerken wir unterhalb der Strasse bei der Brücke die einzigen Exemplare (40-50 cm hoch) von *Corydalis* cf. *adiantifolia* Hook. f. & Th., und ungefähr 1/2 bis 1 km weiter talabwärts (ca. 4600 mNN) sammeln wir von der einzigen Fundstelle *Nepeta coerulescens* Maxim. Bei 4550 mNN (11 km E Tsoltak) wächst *Physochlaina praealta* überall zwischen Steinblöcken. Den Bachlauf unterhalb der Strasse säumen die dichten, stets etwas feuchten Rasen (Foto 14). Solche vermochten sich stellenweise auch inselartig zwischen einzelnen Wasserarmen zu halten. Zu den auffälligsten Vertretern zählen: *Pedicularis rhinanthoides* subsp. *speciosa* (Foto 17), *Pedicularis longiflora, Poa calliopsis, Polygonum viviparum, Carex orbicularis, Kobresia schoenoides* und *Rhodiola tibetica* (Foto 16). Auf Schotter im Bachbett und am Ufer präsentieren sich oft herdenweise: *Epilobium latifolium* subsp. *speciosum, Pedicularis rhinanthoides, P. longiflora* und *Aconogonum tortuosum,* letztere auch am Fuss der Schutthänge.

Zu den treuesten Begleitern zwischen Steinen am Strassenrand gehört *Urtica hyperborea.* In der Höhe von etwa 4500 mNN dominiert am Talhang weithin *Tanacetum fruticulosum,* dazwischen gelegentlich *Physochlaina, Elymus* cf. *schugnanicus* und *Leymus secalinus,* bereits seltener sind *Artemisia gmelinii* und *Dracocephalum heterophyllum.* Die Steppe – oder eher schon Wüstensteppe – mit *Tanacetum* als Dominante setzt sich bis mindestens 4400 mNN hinab fort, dann erfolgt der allmähliche Wechsel zur Wüste. Bevor die Strasse die eigentliche Wüste

erreicht, verläuft sie von 4300 mNN an (ca. 15 km E Tsoltak) durch ausgedehnte Steinblockhalden, in denen neben *Tanacetum* vor allem *Stachys tibetica* und *Krascheninnikovia ceratoides* auffallen.

Bei 4200 mNN bewegen wir uns in der Wüste und notieren neben *Tanacetum, Christolea crassifolia, Ephedra regeliana, Erodium tibetanum, Halogeton arachnoideus* und *Nepeta floccosa* (Foto 15). 4100 mNN: wir stehen nun ganz im Tal von Tangtse/Darbuk, das, mit Ausnahme der künstlich bewässerten Flächen, von der Gebirgswüste mit *Stipa caucasica* subsp. *glareosa* und *Krascheninnikovia* geprägt wird (s.Tab.4). Im Talhintergrund ist die Oase von Tangtse gerade noch sichtbar. Insgesamt ist in diesem Tal nun *Tanacetum fruticulosum* die am häufigsten dominierende "Wüstenpflanze", gefolgt von *Krascheninnikovia* und *Christolea crassifolia.* Auf reinem Sandboden übernimmt jedoch *Nepeta floccosa* diese Rolle, häufig begleitet von *Halogeton arachnoideus.*

8. Gebirgswüste mit Stipa glareosa und Krascheninnikovia ceratoides (Tabelle 4)

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 4

Nr. 1 Tal von Muglib ca. 6 km W Pangong Tso, 4250 mNN. Unt.grund: Gehängeschutt aus verschiedenen Gneisen, sehr sandreich; Wurzelhorizont aus überwiegend homogenem Feinsand (hellgrau mit braunem Stich); pH-Wert in 5-10 cm: 7,9: starke Carbonatreaktion (13.8.1997).

Nr. 2 Ausgedehnter flacher Schuttfächer im Tal zwischen Muglib und Pangong Tso, 4210 mNN. Unt.grund: Block-Geröllschutt mit viel Sand aus verschiedenen Gneisen und Granit; Wurzelbereich sehr steinig mit viel Feinsand und Schluff (grau-bräunlich); pH-Wert in 5-10 cm: 8,0; Carbonatreaktion sehr schwach (13.8.1997).

Nr. 3 Älterer Schuttkegelteil ca. 4,5 km E Muglib, 4240 mNN. Unt.grund: gefestigter Schutt-Blockschutt (Gneis- und Granitgesteine), an Oberfläche braun angewittert, dazwischen Sand und Grus; Feinerde im Wurzelbereich sandig-schluffig (grau-hell ocker); pH-Wert in 5 cm: 8,2; Carbonatreaktion sehr schwach (14.8.1997).

Nr. 4 Sehr beweglicher Schutthang ca. 4 km E Muglib, 4240 mNN. Unt.grund: sehr sandreicher Gehängeschutt (überwiegend Gneise) aus alten Seeablagerungen wie im ganzen Tal auf beiden Seiten (14.8.1997).

Nr. 5 Tal von Tangtse ca. 2 km NW Darbuk/Laga, 4100 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus gut gefestigtem Geröll (vorwiegend Granit); mittelgrobe und grobe Blöcke bedecken ca. 40% der Fläche; Steine an Oberfläche mit Wüstenlack; ocker-braune Feinerde feinsandig-schluffig; pH-Wert in 10 cm: 8,1: Carbonatreaktion sehr stark und anhaltend (17.8.1997).

Nr. 6 Tal von Tangtse ca. 3,5 km NW Darbuk/Laga, 4210 mNN. Unt.grund: gefestigter Sandboden (Granit); Bodenoberfläche ohne Steine! Ocker-braune Feinerde etwas skelettig, aus Sand und Schluff (17.8.1997).

Nr. 7 Tal auf NE-Seite des Chang La, ca. 13-14 km E Tsoltak, 4390 mNN. Unter grund: vollständig gefestigter Blockschutthang (Granit und Gneise); grobe und mittelgrobe Steine bedecken ca. 40% der Oberfläche; hellbraun-graue Feinerde grobsandig-schluffig, sehr skelettig; pH-Wert in 10 cm: 7,9; Carb.reaktion sehr stark und anhaltend (17.8.1997).

Nr. 8 W oberhalb Karzok, ca. 2 km W Tso Moriri, 4680 mNN. Unt.grund: wenig gefestigter Schutt aus vorwiegend Glimmerschiefern und etwas Quarzit; mittelgrobe Schieferstücke bilden knapp 20% der Oberfläche, gröbere fehlen, feinere Stücke vorherrschend; Feinerde im Wurzelbereich (hellbraun-grau) mit viel Feinsand und Schluff (24.8.1997).

Nr. 9 NW oberhalb Karzok am Tso Moriri, 4700 mNN. Unt.grund: Schuttboden aus gleichem Gestein wie Nr. 8, aber gut gefestigt; Feinerde hell-ockergrau, sehr schluffreich; pH-Wert in 10 cm: 7,8; Carbonatreaktion sehr stark und anhaltend (24.8.1997).

Verbreitung

Die ersten vier Aufnahmeorte liegen im oberen Talabschnitt zwischen NW-Ende des Pangong Tso (Foto 19) und Muglib, am nordöstlichen Rand der Pangong Range. Aus dem unteren Tal des Tangtse Rivers zwischen Laga/Darbuk und dem Eingang ins Seitental zum Chang La stammen die Aufnahmelisten Nr. 5 – 7. Zusammen bieten die 7 Bestände (als Variante A) eine

Tabelle 4 Gebirgswüste mit Stipa glareosa und Krascheninnikovia ceratoides

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahme-Nr.	314	315	317	318	322	323	324	329	330
Höhe mNN (x 10)	425	421	424	424	410	421	439	468	470
Exposition	E	N	N	NE	NE	NE	NW	S	E
Neigung (Grad)	15	5	10	30	10	10	25	20	15
Deckungsgrad (%)	15	15	20	20	10	10	40	15	10
Aufnahmefläche (m^2)	150	200	150	150	150	150	150	150	150
Artenzahl	8	11	8	8	5	8	5	9	7
Häufige, charakteristische und mögliche Differentialarten				A				B	
1. Stipa caucasica Schmlh.ssp.glareosa Tzvel.	1	1	2	+	2	1	1	2	1
Krascheninnikovia ceratoides (L.)Gueld.	2	r	+	2	+	r	.	(+)	1
Christolea crassifolia Camb.	+	+	1	1	+	.	+	+	.
2. Tanacetum fruticulosum Ledeb.	+	+	2	2	2	1	3	.	.
Oxytropis microphylla DC.	(+)	+	+	.	.	.	1	.	.
3. Scrophularia dentata Royle	.	.	.	.	.	.	.	2	+
Oxytropis tatarica Camb.ex Bunge	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Euphorbia tibetica Boiss.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Ptilotrichum canescens (DC.)C.A.Mey.	+	.	+	.	.	.	2	r	.
Arnebia guttata Bunge	.	r	r	(+)	.	.	.	.	.
Crepis flexuosa Benth.et Hook.f.	.	r	.	.	.	1	.	+	.
Salsola kali L.ssp.ruthenica (Iljin)Soó	+	.	.	.	.	.	.	.	r
Artemisia wellbyi Hemsl.& Pears.	.	2	.	r°	.	.	.	.	.
Physochlaina praealta (Decne.)Miers	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Halogeton arachnoideus Moq	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Corispermum tibeticum Iljin	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Heracleum pinnatum C.B.Clarke	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Elymus nutans Griseb.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Poa sterilis M.Bieb.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Stipa breviflora Griseb.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Nepeta floccosa Benth.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
Erodium tibetanum Edgew.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Salsola sp.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Dracocephalum heterophyllum Benth.	.	.	.	.	.	.	.	+°	.
Elymus jacquemontii (Hook.f.)T.A.Cope	.	.	.	.	.	.	.	.	+

A Tal von Tangtse und Muglib bis gegen den Pangong Tso!

B Gebiet des Tso Moriri!

Vorstellung von der Wüstenvegetation im Übergangsbereich zur alpinen Stufe am nordöstlichen Rand der Ladakh-Kette. Die restlichen beiden Aufnahmestellen (als Variante B) befinden sich im Seitental westlich Karzok, das am Tso Moriri endet, also mehr als 120 km südlich von Darbuk. Jene beiden Bestände vermitteln einen Eindruck von der wüstenartigen Vegetation der alpinen Stufe am Tso Moriri. Orographisch zählt das Gebiet zwar zu den östlichen Randregionen der Zanskar Mountains und nicht mehr zur Hauptkette des Transhimalaya.

Im Tal von Tangtse erreichen die tiefsten Standorte schon nahezu 4000 mNN (Foto 15). In welcher Form sich die Wüstenvegetation in tieferen Lagen auf der Nordseite der Ladakh Range, d.h. im Shyoktal fortsetzt, ist vorläufig nicht bekannt. Andererseits kennen wir die Vegetationsfolge nach oben hin im westlichen Abschnitt auf der Nordostseite des Chang La. Wie bereits beschrieben, reicht dort die Wüstenvegetation in der charakteristischen Artengarnitur bis ungefähr 4300 mNN. Im erwähnten Seitental des Chumchar Rivers vollzieht sich der Wechsel in die alpine Wüstensteppe oder Steppe über eine Höhenstufe von etwa 200 m. Dieser Grenzbereich steigt nach Osten und nach Südosten hin allmählich an. Wahrscheinlich aber ist die vertikale Ausdehnung der Wüste in gleicher Richtung ausgeprägter, sodass die Wüste auf Kosten von Wüstensteppe und Steppe immer mehr an Raum gewinnt.

Bereits im Tal südöstlich von Muglib ist es kaum möglich, an den steilen Bergflanken bereits aus grösserer Distanz Übergänge in alpine Steppe ausfindig zu machen (Foto 18). Am Pangong Tso schliesslich wird das Bild der alles beherrschenden alpinen Wüste vollends erreicht. Über dem langgestreckten Salzsee, der je nach Bewölkung die unterschiedlichsten Blautöne reflektiert, bestimmen ocker- und rötlichbraune Wüstenfarben die Berglandschaft. Mit Ausnahme eher seltener wasserzügiger Stellen ist vom Ufer (ca. 4250 mNN) an aufwärts nirgends ein Hauch von Grün zu erblicken. In der näheren und weiteren Umgebung am nordwestlichen Ende des Sees wachsen wenige, bereits bekannte Vertreter der Gebirgswüste so spärlich und so weit voneinander getrennt, dass sich eine eigentliche Vegetationsaufnahme erübrigt. Etwas häufiger finden sich wenige Arten im sandreichen Schotter der Uferzone, wie z.B. *Catabrosa aquatica, Polygonum sibiricum* subsp. *thomsonii, Puccinellia himalaica* und *Suaeda microsperma.*

Kaum weniger wüstenhaft präsentiert sich die Landschaft am Tso Moriri (Foto 21). Die Aufnahmeorte von Nr. 8 und Nr. 9 (Tab. 4), vom NW-Ende des Pangong Tso aus ca. 120 km im Süden gelegen, befinden sich westlich und nordwestlich über Karzok. Sie stehen gleichsam für die Wüstenvegetation im nordwestlichen Einzugsgebiet des Tso Moriri. Ergänzend ist beizufügen, dass beide Standorte aufgrund des relativ "üppigen" Bewuchses ausgewählt wurden! Im weiteren Umkreis, auch in höherer Lage konnte man sich nicht für eine weitere Bestandesaufnahme entschliessen, weil der Deckungsgrad keine 5% mehr erreicht und in einer Fläche von 150 m^2 bestenfalls noch 2-3 Arten zu finden sind (Foto 22). Vielleicht ist in einer Höhe von etwa 5000 mNN noch mit Wüstensteppe oder vereinzelt gar mit steppenartigen Bezirken zu rechnen? Im Vergleich zur Umgebung des Tso Kar – ungefähr 50 km nordwestlich des Tso Moriri – macht die Pflanzendecke in der entsprechenden Höhenstufe am Tso Moriri insgesamt einen deutlich spärlicheren Eindruck. Das gilt natürlich nur, soweit die Vegetation nicht irgendwie von Bodenwasser beeinflusst wird.

Floristische Charakterisierung, Struktur

Mit im Mittel knapp 8 Arten pro Aufnahmefläche (mindestens 150 m^2) gehört die hier vorgestellte Wüstenvegetation zu den artenärmsten Pflanzengesellschaften Ladakhs. In dieser Beziehung gleich verhält sich die alpine Wüstensteppe mit *Krascheninnikovia* und *Ptilotrichum canescens* (HARTMANN, 1997), soweit nur die Ausbildung südlich des Taglang La berücksichtigt wird (Varianten B_1 und B_2). Anderseits erreicht der mittlere Deckungsgrad der bezeichneten Varianten mit 31 und 33% den doppelten Wert gegenüber dem der Gebirgswüste, wenn Nr. 7 in Tabelle 4 als Bestand am Übergang zur alpinen Steppe für einmal unberücksichtigt bleibt. Im übrigen aber ist die floristische Verwandtschaft zu den erwähnten Varianten der Wüstensteppe

augenfällig. Sämtliche besonders häufigen, charakteristischen und möglichen Differentialarten in Tabelle 4 spielen eine analoge Rolle in der alpinen Wüstensteppe von Rupshu (HARTMANN, 1997, Tab. 1) und dies sogar in vergleichbarer Artmächtigkeit. Erst bei den "übrigen" oder Begleitarten, die noch in mindestens zwei Aufnahmen jeder Tabelle vorkommen, sind die Unterschiede grösser.

Ein Blick auf die Gebiete vom Taglang La über den Tso Kar und die More Plaine bis Pang und deren Vergleich mit dem nordwestlichen Randgebiet des Tso Moriri führt zur Vermutung, die alpine Wüstensteppe wandle sich nach Südosten hin allmählich zur alpinen Wüste ohne nennenswerte Änderungen im Artengefüge. In dem Fall ist der Vergleich natürlich auf die Bestandesaufnahmen aus Rupshu zu beschränken, d.h. die beiden Aufnahmelisten von B in Tabelle 4 werden den Varianten B_1 und B_2 von Tabelle 1 (1997) gegenübergestellt. Dabei passt *Scrophularia dentata* gar nicht ins allgemeine Verbreitungsschema. Das Taxon tritt zwar in 5 von 9 Aufnahmen der alpinen Wüstensteppe an den nördlichen Hängen des Taglang La auf, fehlt dann aber in sämtlichen Beständen (14) südlich des Hochpasses, und tritt erst am Tso Moriri in der Gebirgswüste überraschend wieder in Erscheinung. Aufgrund der zu geringen Zahl an Aufnahmen ist eine vernünftige Erklärung kaum möglich. Überdies wurde *Scrophularia dentata* in Schutt aus kristallinem Gestein auch im Tal zwischen Muglib und dem Pangong Tso ausserhalb der Aufnahmeflächen Nr. 1-4 (Tabelle 4) gefunden.

Eindeutiger ist die Verbreitung und damit das Fehlen von *Tanacetum fruticulosum* in Variante B zu interpretieren. Der Zwerghalbstrauch gehört zu den häufigen und charakteristischen Arten der subalpinen Wüste und Wüstensteppe im Industal. Auf der Nordseite des Chang La erreicht die Sippe – aus der Wüste aufsteigend – deutlich die alpine Stufe (s. Tab. 2). Dasselbe trifft zu für das Tal von Rumtse südlich des Rivers Indus, wo das gleiche *Tanacetum* am Taglang La bis etwa 4600 mNN festgestellt wurde, somit auf der Nordseite weit unter dem über 5300 m hohen Passübergang zurückbleibt. Die Vermutung, die Höhenschranke sei der Grund für das Fehlen der Sippe südlich des Taglang La, wird durch die später erfolgte Beobachtung bestärkt. Danach wurden im Seitental zwischen Mahe-Sumdo und Kiagar La letzte Exemplare von *Tanacetum fruticulosum* bei ungefähr 4600 mNN gesichtet. Südlich des 4800 m hohen Kiagar-Passes über das Becken des Kiagar Tso bis ins Seitental von Karzok am Tso Moriri wurde die Art jedoch nicht mehr gefunden.

Ausserhalb des oben abgegrenzten Gebiets von Rupshu und ganz besonders im Tal von Tangtse bis zum Pangong Tso erreicht *Tanacetum fruticulosum* neben *Stipa glareosa* die höchste Stetigkeit und gehört auch in der Artmächtigkeit sehr oft zu den Dominierenden der Gesellschaft. Zu den letzteren zählen gelegentlich auch *Stipa glareosa* und *Krascheninnikovia,* nur sehr vereinzelt auch *Artemisia wellbyi, Corispermum tibeticum* und *Nepeta floccosa.*

Artemisia wellbyi ist mancherorts auf noch jungen Schuttböden auffallend häufig anzutreffen und findet sich dann in einer Artenkombination, die eher einem Sukzessionsstadium als der Gesellschaft mit *Stipa glareosa* und *Krascheninnikovia ceratoides* entspricht. Zur Illustration eines solchen Entwicklungsstadiums diene nachstehende Aufnahme (Nr. 316) aus dem Tal zwischen Muglib und Pangong Tso: Schutthang ca. 5 km E Muglib, südlich oberhalb der Strasse, 4250 mNN. Untergrund: Blockschutt aus Granit und Gneisen; Feinerde an Oberfläche nicht sichtbar, im Wurzelhorizont sandig, von hellgrauer Farbe; Steine an Oberfläche ohne Flechtenbewuchs und ohne Verwitterungsfarben! Aufnahmefläche ca. 200 m², Exposition 15°NE, Deckungsgrad ca. 15%:

2	*Artemisia wellbyi*	*1	*Chrysanthemum pyrethroides*
*2	*Aconogonum tortuosum*	+	*Heracleum pinnatum*
1	*Crepis flexuosa*	*+	*Elymus schugnanicus*
1	*Scrophularia dentata*	*r	*Silene moorcroftiana*
(+)	*Tanacetum fruticulosum*		

* = Arten, die in Tabelle 4 nicht aufgeführt sind!

Natürlich bestehen relativ enge floristische Beziehungen zur subalpinen Wüste im Industal (HARTMANN, 1995). Wichtigere Arten der Gebirgswüste, die ebenso für die subalpine Wüste oder eine Variante derselben charakteristisch sind, wären *Tanacetum fruticulosum, Christolea crassifolia* und *Krascheninnikovia ceratoides. Arnebia guttata* und besonders *Crepis flexuosa* gehören zu den hochsteten Differentialarten der subalpinen Wüste, sind in Tabelle 4 jedoch nur vereinzelt vertreten. Zu den wichtigen subalpinen Wüstenpflanzen zählen ausserdem *Nepeta floccosa* und *Erodium tibetanum,* die aber nur noch in einer Aufnahme von Tabelle 4 vorkommen. Zu den häufigen oder charakteristischen Vertretern der Gebirgswüste, die der subalpinen Wüste fehlen, gehören lediglich *Stipa caucasica* subsp. *glareosa* und *Ptilotrichum canescens.* Anderseits haben die häufigeren und charakteristischen Wüstenpflanzen wie *Ephedra regeliana, Haloxylon thomsonii, Matthiola flavida, Stachys tibetica, Stipa himalaica* und wohl auch *St. orientalis* den Schwerpunkt ihrer Verbreitung eindeutig in der subalpinen Stufe.

Es ist anzunehmen, dass die Gebirgswüste mit *Stipa glareosa* und *Krascheninnikovia* sich in östlicher und südöstlicher Richtung bis ins eigentliche West-Tibet fortsetzt. Diese Annahme wird durch die kurze Beschreibung einer *Ajania* (= *Tanacetum*) *fruticulosa* community von WANG JIN-TING (1988) erhärtet. Demnach ist die Gesellschaft auf Kies und Schutt im Tal des Gar Rivers sowie in den unteren Berglagen am östlichen Ende des Pangong Tso zwischen 4250 und 4600 mNN weitverbreitet. Nebst dem Deckungsgrad von 10-20% werden 7 Arten aufgezählt, die ausnahmslos auch in Tabelle 4 aufgeführt sind.

Standort: Als Ausgangsgestein der Wüstenböden überwiegen Granit und Gneise, in Variante B vorwiegend Glimmerschiefer. Von reinen Sandböden (z.B. Nr. 6, Tab. 4) bis zu steinigem Blockschutt, in nahezu ebener Lage bis zu 30° geneigter Hanglage ist alles möglich. Zumeist, aber nicht ausschliesslich ist der Untergrund gut gefestigt. Die Bodenoberfläche ist mit bis zu 40% mittelgrossen Steinen bedeckt, im Extremfall (Sandboden) aber steinfrei. Die Feinerde im Wurzelbereich ist in der Regel sand- und schluffreich. Im frisch gegrabenen Profil lassen sich keine Horizonte nachweisen.

An 6 Aufnahmeorten zwischen 4100 und 4700 mNN wurden Feinerdeproben entnommen. Das Ergebnis der Carbonat-Tests ist wie folgt: die Reaktion war zweimal sehr schwach, einmal stark, aber nicht anhaltend und dreimal sehr stark und anhaltend. Die pH-Werte derselben Proben variieren zwischen 7,8 und 8,2, bei einem Mittel von 8,0. Für eine weitere Erklärung s. Kap. 3.

Biotischer Einfluss: Wie nicht anders zu erwarten, ist auch der spärliche Bewuchs der Gebirgswüste überall intensiver Beweidung vor allem durch die oft gemischten Schaf- und Ziegenherden ausgesetzt. Andere Weidetiere haben in dieser Hinsicht geringere Bedeutung.

Anmerkungen zum Tal von Muglib

Muglib ist die letzte Siedlung, bzw. ein kleiner Weiler unterwegs zum Pangong Tso. Die wenigen Häuser liegen (nach Altimeter) auf einer Meereshöhe von 4120 m und sind noch ca. 15 km vom NW-Ende des grössten Sees von Ladakh entfernt (Foto 19). Der bescheidene Lebensunterhalt der Bewohner wird durch landwirtschaftliche Erzeugnisse bestritten. Als wichtigste Haustiere liefern Pashmina-Ziegen und Yaks vor allem Milch und Wolle. Für die Hauptnahrung, das geröstete Gerstenmehl oder Tsampa, wird reichlich Gerste angebaut, daneben noch etwas Gemüse. Die letzten Gerstenfelder befinden sich ungefähr 50 Höhenmeter weiter taleinwärts. Weil alle Kulturen von künstlicher Bewässerung abhängen, profitieren auch zu Wiesen gewachsene Rasen dazwischen von zusätzlicher Wassereinwirkung. In solchen ± feuchten Rasen finden sich relativ häufig *Poa tibetica* Munr. ex Stapf, *Poa calliopsis* Litw. ex Ovcz., *Astragalus strictus* Grah., *Pedicularis cheilanthifolia* Schrenk var. *albida* (Penn.) Tsoong. An oft betretenen feuchten bis nassen Stellen bilden sich zusammenhängende Rasengeflechte von *Blysmus compressus* (L.) Panz.ex Link, auf kompaktem Sandboden waren besonders auffällig *Artemisia tournefortiana* Reichb., *Glaux maritima* L. und *Suaeda corniculata* (C. A. Mey.) Bge.

Eine Besonderheit stellen die geschlossenen kurzwüchsigen Rasen ausserhalb der Kulturflächen im Tal von Muglib dar. Diese stellenweise sehr ausgedehnten Grünflächen in der Talebene verdanken ihre Existenz Quellhorizonten im Talboden oder am Rande zur Wüste (Foto 18). Wie weit ausserdem Bach- oder Flusswasser von Bedeutung ist, das bei Hochwasser über die flachen Ufer sich ausbreitet, wissen wir nicht. Die Rasen von wechselnder Breite setzen sich über mehrere Kilometer in Richtung Pangong-See fort. Sie stellen das wichtigste Weideland der Yaks von Muglib dar, während die Pashmina-Ziegen hauptsächlich auf die Wüste, Halbwüste und in höheren Lagen eventuell auch auf Steppenvegetation angewiesen sind.

Über die letzten Kilometer bis zum Pangong Tso ist schliesslich im schuttüberdeckten Talboden kein Wasserlauf mehr zu erblicken. Dort wird das ganze Tal zur Wüste (Foto 19). Nahe der Strasse auf vorwiegend sand- und schluffreichem Boden – ca. 4300 mNN – wurden folgende Arten gefunden: *Artemisia wellbyi* Hemsl. & Pears., *Astragalus tribulifolius* Benth. ex Bge. (Foto 20), *Bassia fiedleri* Aell., *Corispermum tibeticum* Iljin, *Halogeton arachnoideus* Moq., *Ptilotrichum canescens* (Foto 8) und *Stipa caucasica* subsp. *glareosa.* An Felsen blühte vereinzelt *Clematis orientalis* L.

9. Durch das obere Industal über Sumdo zum Kiagar La

Erst in jüngster Zeit wurden die bisherigen Sperrgebiete östlich und südöstlich Upshi auch für Ausländer geöffnet. Weil das eigentliche Zielgebiet eines Teils der vorliegenden Studien südlich des Kiagar La liegt und am einfachsten über das Industal zu erreichen ist, versuchen wir, anhand einer flüchtigen Skizze Flora und Vegetation entlang der Reiseroute anzudeuten (23.8.und 29.8.1997).

Über die Wüstenvegetation unterhalb Upshi ist ausführlicher berichtet worden (HARTMANN, 1983 und 1995). Die subalpine Wüste setzt sich südöstlich Upshi (3430 mNN) talaufwärts fort. Im Abschnitt bis Likche (3550 mNN) zählen zu den auffälligsten Wüstenpflanzen: *Tanacetum fruticulosum, Leymus secalinus,* im Sandboden auch *Bassia fiedleri, Halogeton glomeratus* nebst viel *Salsola kali* und *Nepeta floccosa.* Oft ist die gewohnte Ausbildung der Wüste durch grossflächige Blockschuttfelder unterbrochen, in denen stellenweise *Perovskia abrotanoides* Kar. herdenweise auftritt. Schluchtartige Verengungen wechseln mit ausgeprägten Talerweiterungen. Die Szenerie im rötlichbraun anwitternden Granit mit dem Wechsel von Schutt-, Fels- und Steinwüste gestaltet die Reise dem Indus entlang abwechslungsreich.

Zwischen Likche und Kiari (3880 mNN) begleiten den Fluss sehr oft Bestände von *Tamaricaria elegans* (Royle) Quaiser & Ali, seltener finden sich Sanddorn und *Rosa webbiana* eingestreut, öfters *Clematis orientalis,* zwischen Steinblöcken und Geröllen auch *Stachys tibetica.* Siedlungen sind wie üblich Oasen, stets mit Weiden, oft auch mit Pappeln bepflanzt. Fünf Kilometer E Hemya (3680 mNN) führt die Strasse in der Schlucht durch reine Wüste. Zwischen Steinen erregen lediglich die bläulichgrünen Rutenbüsche von *Ephedra intermedia* unsere Aufmerksamkeit. In der Schlucht 7 km W Gaik (3730 mNN) ist wieder *Tanacetum fruticulosum* dominierende Wüstenpflanze, oft unterbrochen von *Nepeta floccosa.* Bereits unterhalb Kiari – bei ca. 3800 mNN – erscheinen *Christolea crassifolia* und *Heracleum pinnatum* recht häufig, daneben viel *Ephedra intermedia.* Im Gebiet von Kiari (3880 mNN) beeindrucken schliesslich die dem Granit der Ladakh-Kette aufliegenden Schichten der Indus Molasse (Foto 23). Stellenweise bilden die weinroten Molasseschiefer auf der rechten Talseite riesige, vollkommen sterile Schutthalden. Einzig am Strassenrand vermochte *Stipa splendens* Trin. wenige, aber stattliche Horste zu bilden. Mit der beträchtlichen Talerweiterung bei Nior Nis (3950 mNN) ändert sich das Landschaftsbild.

Bei der Brücke W Mahe (4120 mNN) verlassen wir später das Industal, um im W-E-verlaufenden Seitental nach Sumdo zu gelangen. Den Bach begleiten stellenweise breite, dicht geschlossene Rasen, dann wieder oft Reinbestände von *Tamaricaria elegans,* vereinzelt noch blühend. Schutthänge bilden die seitlichen Talhänge, die auch oberhalb 4200 mNN noch mit

wüstenartiger Vegetation besetzt sind. Unter den auffälligsten Blütenpflanzen notieren wir bei 4350 mNN *Nepeta floccosa,* daneben *Crepis flexuosa* und *Tanacetum fruticulosum,* vereinzelt auch *Stachys tibetica.*

Im verbreiterten Talhintergrund bei Sumdo (4380 mNN) mündet von Süden das Seitental vom Kiagar La. Die Oasensiedlung ohne höhere Sträucher und Bäume erscheint kahl, die Gerstenfelder noch grün. Südlich Sumdo folgen bald ansehnliche, auf den Talboden beschränkte Bestände von *Caragana versicolor* (4420 mNN). Die einzelnen Zwergsträucher wirken ungewöhnlich hochwüchsig (bis ca. 1/2 m). Am Rand und zwischen dem niederen *Caragana*-Gebüsch unterbrechen in den feuchtnassen Rasen Herden von *Pedicularis longiflora* mit ihren gelben Blüten die Grüntöne.

In verflachter Hanglage kündet sich auf gefestigtem Schutt bei etwa 4500 mNN die Wüstensteppe an mit *Tanacetum fruticulosum, Artemisia gmelinii, Ptilotrichum canescens* (Foto 8) und *Oxytropis microphylla* (Foto 13). Ausserdem erkennen wir in einiger Entfernung auf 4600 mNN in flachen Mulden noch grössere Ansammlungen von *Caragana versicolor.* Auch auf 4700 mNN, im Übergang zur alpinen Steppe, erreicht der Grad der Vegetationsbedeckung noch keine 50%. Jedoch 50 m höher dürfte die alpine Steppe selbst in Hanglage mit einem Deckungsgrad von gut 50% erreicht sein. In lockerem Schutt wird *Aconogonum tortuosum* häufiger neben *Dracocephalum heterophyllum* und *Krascheninnikovia ceratoides.* Auf der Passebene des Kiagar La (4800 mNN) entdecken wir in alpiner Steppe neben *Artemisia minor* stattliche Exemplare der *Artemisia stracheyi* Hook. f. & Th. Ein vollständigeres Bild der alpinen Steppe auf dem Kiagar La ergibt die Bestandesaufnahme von Nr. 5 in Tabelle 5 (Foto 24).

10. Alpine Steppe mit Stipa purpurea und/oder Carex moorcroftii (Tabelle 5)

Mit den 7 Aufnahmen von Tabelle 5 wird im Wesentlichen die Vegetation im weiteren Umfeld des Kiagar Tso erfasst. Dieser Abschnitt zwischen Kiagar La und Tso Moriri stellt ein weites geschlossenes Becken dar (Foto 25). Der kleine, mindestens oberflächlich abflusslose Salzsee liegt leicht exzentrisch im Becken, dessen Durchmesser einige Kilometer beträgt.

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 5

Nr. 1 Ca. 1 km W oberhalb des Kiagar Tso, 4720 mNN. Unt.grund: Geröllschutt aus Gneisen; mittelgrobe Gerölle bedecken ca. 70% der Oberfläche; Wurzelbereich steinig, mit viel Feinsand (hell ocker) (27.8.1997).

Nr. 2 Ca. 2 km S Kiagar La E der Strasse am Hang, 4780 mNN. Unt.grund: grober Schutt aus Glimmerschiefern; grobe und mittelgrobe Steine bedecken ca. 70% der Oberfläche; Wurzelbereich aus viel Feisand (hellocker), skelettig; pH-Wert in 10 cm: 6,2; Carbonatreaktion negativ (26.8.1997).

Nr. 3 Ca. 1/2 km N oberhalb des Kiagar Tso, 4720 mNN. Unt.grund: ± kompakter Sandboden, ohne gröbere Steine an Oberfläche; Wurzelbereich aus skelettarmem Feinsand (beige-ocker) (27.8.1997).

Nr. 4 Ca. 800 m N oberhalb des Kiagar Tso, 4770 mNN. Unt.grund: Blockschutt aus Glimmerschiefern mit viel Feinsand; mittelgrobe und feinere Stücke bedecken ca. 40% der Oberfläche; Wurzelbereich mit sehr viel Feinsand (hellbeige-ocker) zwischen Steinen (27.8.1997).

Nr. 5 Passhöhe des Kiagar La, 4800 mNN. Unt.grund: kompakter Sandboden (Gneise), durch Tritt von Weidetieren an Oberfläche ± aufgelockert; Wurzelbereich aus reinem Feinsand (beige-ocker); pH-Wert in 10 cm: 7,6; Carbonatreaktion negativ (26.8.1997).

Nr. 6 Ca. 2 km S Kiagar La, 4770 mNN. Unt.grund: sehr steinig; mittlere und gröbere Steine bedecken ca. 50% der Oberfläche, dazwischen Sand; Wurzelbereich sehr skelettig, steinig, mit weniger Feinsand (26.8.1997).

Nr. 7 Ca. 2 km S Kiagar La, 4770 mNN, nahe Aufnahmestelle von Nr. 6; Unt.grund: kompakter Sandboden; Gesteine und Feinsand im Wurzelbereich wie an Aufnahmestelle Nr. 5 (26.8.1997).

Tabelle 5 Alpine Steppe mit Stipa purpurea und/oder Carex moorcroftii (Einzugsgebiet des Kiagar Tso, N Tso Moriri)

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Aufnahme-Nr.	335	334	336	337	331	333	332
Höhe mNN (x 10)	472	478	472	477	480	477	477
Exposition	NE	NW	S	S	NE	SW	SW
Neigung (Grad)	10	20	10	15	5	8	5
Deckungsgrad (%)	60	45	40	35	40	45	35
Aufnahmefläche (m^2)	150	150	150	150	150	150	150
Artenzahl	18	15	10	9	12	6	7
Stipa purpurea Griseb.	1	+	.	.	1	3	1
Carex moorcroftii Falc. ex Boott	2	2	3	.	3	.	3
Stipa roborovskyi Roshev.	1	+	1	1	1	.	+
Ptilotrichum canescens (DC.) C.A.Mey.	1	1	2	+	1	1	2
Oxytropis microphylla DC.	1	+	+	+	r	2	2
Euphorbia tibetica Boiss.	1	+	+	2	+	+	+
Leymus secalinus (Georgi) Tzvel.	2	+	2	.	1	1	1
Oxytropis tatarica Camb. ex Bunge	+	.	r	r	+	.	.
Dracocephalum heterophyllum Benth.	1	+	1	.	.	.	.
Krascheninnikovia ceratoides (L.) Gueld.	+	+	+	.	.	.	.
Elymus jacquemontii (Hook.f.) T.A.Cope	1	2	.	2	.	.	.
Nepeta discolor Royle ex Benth.	2	r	.	r	.	.	.
Artemisia minor Jacq. ex Bess.	1	2	.	.	.	.	.
Potentilla bifurca L.	+	.	1	.	.	.	.
Artemisia gmelinii Web. ex Steckm.	.	1	.	1	.	.	.
Chamaerhodos sabulosa Bunge	.	.	.	.	1	r	.
Chenopodium cf. prostratum Bunge	1	.	.	.	.	.	.
Salsola collina Pall.	+	.	.	.	.	.	.
Senecio sp.	+°	.	.	.	.	.	.
Arenaria bryophylla Fern.	r	.	.	.	.	.	.
Poa sterilis M.Bieb.	.	1	.	.	.	.	.
Aconogonum tortuosum (D.Don) Hara	.	+	.	.	.	.	.
Artemisia wellbyi Hemsl.& Pears.	.	.	.	3	.	.	.
Stipa caucasica Schmlh. ssp. glareosa Tzvel.	.	.	.	.	+	.	.
Hypecoum leptocarpum Hook.f. et Th.	.	.	.	.	+	.	.
Astragalus heydei Baker	.	.	.	.	r	.	.

Die meisten Aufnahmestellen liegen innerhalb hundert Höhenmeter in der Senke, bzw. am inneren Abhang des Kiagar Tso-Beckens. Als Ausnahme repräsentiert die Aufnahmefläche von Tab.-Nr. 5 die Vegetation der Ebene, welche die Passhöhe des Kiagar La (4800 mNN) darstellt. Der Bestand (Foto 24) ist floristisch von Interesse, weil dort zwei Arten vorkommen, nämlich *Astragalus heydei* (Foto 28) und *Hypecoum leptocarpum* (Foto 29), die von uns bisher in Ladakh weder in einer Aufnahme registriert noch woanders gefunden wurden. Dazu gehört auch die in der Aufnahmefläche zwar fehlende, aber in der näheren Umgebung auf steinigem Untergrund überall anzutreffende *Artemisia stracheyi* Hook. f. & Th. Vermutlich zählen alle drei, zusammen mit den charakteristischen *Carex moorcroftii* (Foto 27) und *Stipa purpurea* zum tibetanischen Floren- oder Geoelement nach ZHENG DU (1983).

Wir betrachten die Gesellschaft mit *Stipa purpurea* und *Carex moorcroftii,* wie sie aus dem relativ kleinräumigen Gebiet in Tabelle 5 zusammengefasst ist, als eine Form der in Tibet weit

verbreiteten hochgelegenen Kältesteppe, "high-cold steppe" nach WANG JIN-TING (1988). Innerhalb der "high-cold steppe" unterscheidet der Autor vier Gesellschaften, unter denen die "*Stipa purpurea* community" der alpinen Steppe am Kiagar La und Kiagar Tso am nächsten steht. Von den 15 erwähnten Taxa finden sich 9 auch in Tabelle 5, darunter besonders wichtige, wie *Stipa purpurea, Carex moorcroftii, Oxytropis microphylla, Stipa roborovskyi* und *Oxytropis tatarica.* In die Höhenstufe zwischen 4400 und 5400 m liesse sich auch unsere Gesellschaft einordnen, und zum Grad der Vegetationsbedeckung von 20 – 40% der *Stipa purpurea* community bestehen ebensowenig wesentliche Differenzen. Leider vermisst man auch hier weitere detaillierte Angaben, wie Artenzahlen pro Einheitsfläche oder die Gewichtung der einzelnen Arten in irgend einer Form. Immerhin, verwandtschaftliche floristische wie ökologische Beziehungen zum gewaltigen tibetischen Hochland im Osten sind nicht zu übersehen.

Die Tatsache, dass im nordwestlichen Randgebiet des Tso Moriri und im Einzugsgebiet von Karzok in vergleichbarer Höhe anstelle alpiner Steppe wüstenhafte Verhältnisse herrschen (s. Kap. 8), lässt auf noch geringere Niederschläge schliessen. Nicht so eindeutig zu beantworten ist wahrscheinlich die Frage, warum südlich und südwestlich des Kiagar Tso weniger oder umgekehrt, in der Region von Kiagar Tso und Kiagar La mehr Niederschläge fallen ? Vielleicht sind die zwischen Kiagar Tso und Industal etwas höheren Berge dafür verantwortlich, indem diese als bis 6500 m hohe Barriere wirksam werden gegenüber den zwar stark abgeschwächten, aber immer noch regenbringenden Monsunwinden?

Zur charakteristischen Artenkombination zählen – wie erwähnt – *Stipa purpurea, Carex moorcroftii* und *Stipa roborovskyi.* Auf reinem Sandboden wird wohl stets die Segge vorherrschen und dadurch der von ihr besetzten Bodenfläche jenen besonderen, gelblichgrünen, diskreten Farbton verleihen. Mit den verzweigten Kriechsprossen (Rhizome) bildet die Segge ausgedehnte unterirdische Geflechte (Abb. 2). Auf ± steiniger Unterlage kann auch *Stipa purpurea* dominieren, oder verschiedene Arten zeichnen sich durch gleiche Artmächtigkeit (2) aus. Im Gegensatz zu den drei Sippen mit höchster Präsenz in Tabelle 5 scheinen die erwähnten Kennarten auf die alpine Steppe begrenzt zu sein.

Durch etwas abweichende Zusammensetzung fällt Aufnahmeliste von Tab.-Nr. 4 aus der Reihe. Einerseits fehlen die beiden namengebenden Kennarten; andererseits tritt hier und nur in dieser Aufnahmefläche *Artemisia wellbyi* als eindeutige Dominante auf. Die Artenverteilung an jenem nicht sonderlich steilen Abhang wirkt grossflächig sehr homogen, sodass der Anblick aus grösserer Entfernung mit der Vorstellung einer Artemisiasteppe verbunden wird (Foto 26). Inwiefern dabei eventuell die durchschnittlichen Standortsbedingungen und damit die Artenzusammensetzung durch die Bodenverhältnisse, Blockschutt aus Glimmerschiefern mit viel Feinsand und Grus, verändert sind, bleibt unbekannt.

Floristisch bestehen relativ enge Beziehungen zur alpinen Wüstensteppe mit *Krascheninnikovia* und *Ptilotrichum canescens* in Rupshu (HARTMANN, 1997, Tab.1). Mit knapp 8 Arten pro Einheitsfläche (150 m^2) ist die mittlere Artenzahl der Wüstensteppe, soweit nur die Varianten im eigentlichen Rupshu beigezogen werden, im Vergleich zur Gesellschaft mit *Stipa purpurea...* mit 11 Arten, etwas geringer. Deutlicher sind die Unterschiede im mittleren Deckungsgrad: 30,9% in der alpinen Wüstensteppe und 42,9% für die hier präsentierte alpine Steppe. Grössere Ähnlichkeiten ergeben sich im Vergleich zur alpinen Steppe mit *Potentilla bifurca...* der Ladakh Range, allerdings nur in der Variante D aus dem Gebiet des Chang La. Nebst zahlreichen floristischen Übereinstimmungen sind sowohl Deckungsgrad (42,5%) wie die mittlere Artenzahl (11,3) praktisch identisch.

In Tabelle 5 deutet sich insofern eine Differenzierung in zwei Aufnahmegruppen an, als die Nummern 1 bis 4 eine Reihe von Arten enthalten, nämlich *Dracocephalum heterophyllum* und die folgenden 6 Taxa, die den restlichen Aufnahmen (Nr. 5-7) fehlen. Als Ursache verbleibt anscheinend lediglich der Unterschied in der Hangneigung. Mit einem Gefälle von ± 5° haben die letzten drei Aufnahmeflächen nahezu horizontale Lage im Gegensatz zu den übrigen Aufnahmen. Die Frage, ob diese Erklärung genügt, wäre vermutlich nur durch umfangreichere Feldarbeiten zu beantworten.

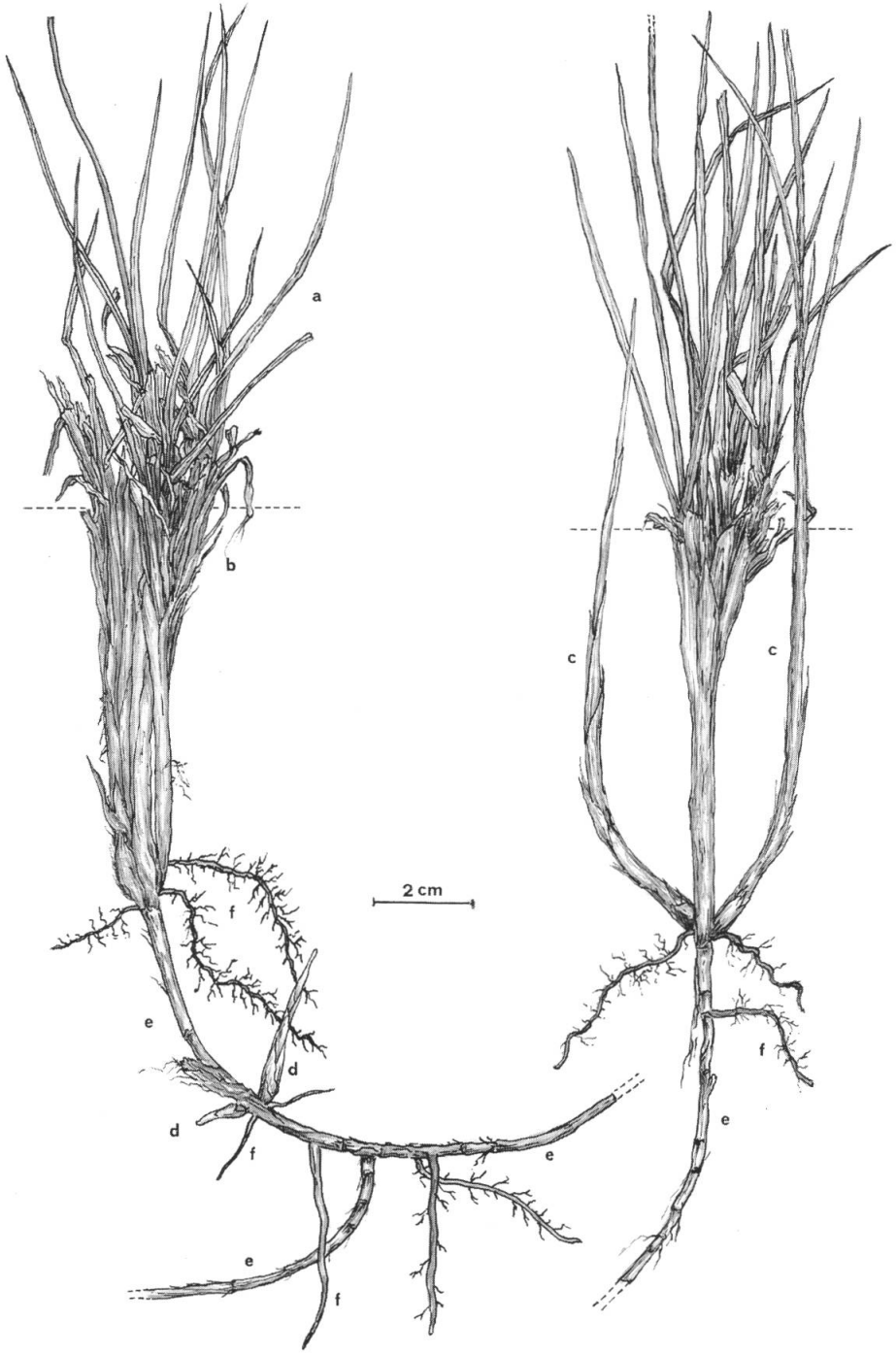

Abb. 2. – *Carex moorcroftii* Falc. ex Boott. Wuchsform im Sandboden der alpinen Steppe am Kiagar La, 4800 mNN (vgl. Fotos 24 und 27).

a, lebende Blätter; **b,** abgestorbene Blattscheiden, ± verwittert; **c,** Jungtriebe aus unterirdischen Erneuerungsknospen; **d,** unterirdische Erneuerungsknospen; **e,** Rhizome; **f,** sprossbürtige Wurzeln.

Alle Standorte liegen geologisch im Bereich der Tso Morari-Decke (STECK & al., 1998). Wichtigste Ausgangsgesteine für die Bildung der Gebirgstrockenböden sind verschiedene Gneise und Glimmerschiefer. Die zum Tso Morari-Gneiskomplex (FUCHS & LINNER, 1996) gehörenden Gesteine bilden als Schutt, Block- oder Geröllschutt, aber auch als Sand den C-Horizont. In den letzten beiden Fällen handelt es sich zum Teil (?) um quartäre Ablagerungen. Der meist sehr feinsandige Wurzelhorizont ist in der Regel skelettreich, seltener steinig. Mittelgrobe und gröbere Steine bedecken zu 40-70% die Bodenoberfläche. Ausnahmsweise ist eine mit Steppe bewachsene Sandfläche auch ohne gröbere Steine an der Oberfläche anzutreffen.

Die pH-Werte der Proben von zwei Stellen betragen 6,2 und 7,6. Eine Prüfung auf den Carbonatgehalt verlief negativ.

Zur Zeit der Feldarbeiten haben wir weder Tiere noch Menschen angetroffen. Deutliche Spuren wiesen aber auf die gelegentliche Anwesenheit nomadisierender Hirten, die in alpinen Steppen und Halbwüsten vor allem Pashmina-Ziegen in meist grossen Herden halten.

11. Hinweis auf die Zwergstrauchgesellschaft von Caragana versicolor

Über die Zusammensetzung und Verbreitung der *Caragana*-Gesellschaft zwischen Indus- und Markhatal sowie im Hochtal von Nimaling orientieren frühere Mitteilungen (HARTMANN, 1987 und 1990). Im späteren Bericht (1997) wird die Zwergstrauchgesellschaft vom Taglang La nach Rupshu hin, d.h. bis zur More Plaine und zum Tso Kar verfolgt und mit Tabellen belegt. Dabei zeichnet sich die mit zunehmender Trockenheit korrelierte Auflockerung der Zwergstrauchdecke nach Süden im geringeren Deckungsgrad ab. Südlich Pang, auf der N-Seite des Lachalung La, in eigentlicher Gebirgswüste wurden schliesslich in vergleichbarer Höhe keine *Caragana*-Bestände mehr gefunden.

Auch in den besuchten Teilen der Ladakh Range und nördlich davon im Tal bis zum Pangong Tso fehlt die Gesellschaft mit *Caragana versicolor,* dem sog. Erbsenstrauch. Unterwegs zum Kiagar La sind wir – wie erwähnt – oberhalb ca. 4400 m auf der N-Seite des Passes erstmals auf *Caragana* gestossen. Jenseits des Kiagar Tso, im relativ breiten Tal nördlich des Tso Moriri, erstrecken sich sehr lockere *Caragana*-Bestände im unteren Abschnitt bis nahe ans Seeufer. Auf den Anhöhen über dem See jedoch sucht man aus der Ferne vergeblich nach den dunkeln Flecken des Erbsenstrauchs. Vom Westufer aus reicht der Blick im Osten des Tso Moriri stellenweise zwar weit über die Hügel und Bergkuppen ins Hinterland (Foto 21). Zur Erkennung von Einzelheiten in der alles beherrschenden Gebirgswüste ist die Entfernung aber zu gross.

Im Tal westlich Karzok, das im oberen Teil aus der unerwartet weiten Weidefläche (Karzok Phu) von Norden nach Süden verläuft, gehört *Caragana versicolor* keineswegs zu den Seltenheiten. Der niedere Busch bildet unterhalb 4700 mNN kaum irgendwo grössere Verbände. Allein, einzelne Zwergsträucher und kleinere Ansammlungen finden sich am Fuss der Schutthänge sowie in Runsen und Hangmulden überall. Die Frage, ob ein früher eventuell häufigeres Vorkommen allenfalls durch den Eingriff des Menschen auf den heutigen Stand reduziert worden ist, entzieht sich unserer Kenntnis.

Grossflächig kilometerweit mit *Caragana* bewachsen sind die ± nach Osten orientierten Berghänge im Hintergrund des Tales westlich Karzok. Dichtere zusammenhängende Bestände nehmen solche Hanglagen zwischen etwa 4700 m und mindestens 5000 mNN ein. Starke Auflichtungen in der Nähe der aus Zelten bestehenden "Siedlungen" lassen auf eine gelegentliche Nutzung als Brennholz schliessen (Foto 30). Verschiedentlich konnten wir auch – weitab von Siedlungen – direkt zusehen, wie Einheimische ihre Esel mit ausgegrabenem *Caragana*-Gehölz beladen haben. Im übrigen ist die Zwergstrauchvegetation extrem starker Beweidung vor allem durch Ziegen und Schafe ausgesetzt. Der durch den Tritt der Weidetiere zu Staub aufgelockerte Boden lässt zwischen dem niederen Gestrüpp kaum ein Kraut aufkommen. Begleitarten finden offensichtlich nur im Schutz der stark bedornten Zweige eine Chance. Möglicherweise sind diese Umstände mit ein Grund für die in dieser Region ungewöhnliche Artenarmut

der Gesellschaft. Nachfolgende Aufnahme (Nr. 338) weist auf die Zusammensetzung eines solchen *Caragana*-Bestandes hin: ungefähr 8-10 km W Karzok und ca. 3 km S Karzok Phu, 4750-4800 mNN. Untergrund: Schutt aus zerfallenen Glimmerschiefern mit Quarzit; Feinerde im Wurzelhorizont sehr schluffreich (hellbraun-ocker), nahezu skelettfrei; pH-Wert in 10 cm: 5,9; Carbonatreaktion negativ! Aufn.fläche 150 m², Expos. 20°N, Deckungsgrad ca. 75% (28.8.1997):

4	*Caragana versicolor* Benth.	1	*Poa sterilis*
2	*Potentilla bifurca*	+	*Krascheninnikovia ceratoides*
1	*Elymus jacquemontii*	+	*Draba lanceolata* Royle

Die bedenkliche Artenarmut der hochgradig überweideten *Caragana*-Gesellschaft im Einzugsgebiet von Karzok Phu äussert sich nachhaltig beim Vergleich mit derselben Gesellschaft im Gebiet Taglang La – Tso Kar – Norbo (HARTMANN, 1997). Mit 12 (11,8) Arten im Schnitt aus 9 Aufnahmen ist die Artenzahl dort gerade doppelt so hoch wie hier.

12. Anmerkungen zu Flora und Vegetation im Talboden westlich Karzok (Einzugsgebiet des Tso Moriri)

Weil detailliertere Angaben zur Flora und Vegetation aus dem östlichen Rupshu bis heute fehlen, versuchen wir die bisherigen Hinweise auf die grossräumige Vegetation vor allem durch zwei Artenlisten, welche die bachbegleitende Talsohle betreffen, zu ergänzen. Auf vollständige Bestandesaufnahmen an verschiedenen Örtlichkeiten musste aus Zeitmangel verzichtet werden.

Im unteren Talabschnitt westlich Karzok begleiten teils dicht geschlossene, teils stark aufgelockerte, seltener aberodierte Rasenstellen unterschiedlicher Breite den Bachlauf. Grössere solcher Rasen in nahezu ebener Lage nahe am Bachufer bieten sich ungefähr 500-600 m oberhalb Karzok als idealen "Camping ground" an. Die Höhenlage erreicht hier mindestens 4560 mNN. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit ergibt die Durchmusterung einer feuchten, ± geschlossenen Rasenfläche zwischen Hangfuss und dem linksseitigen Bachufer folgende Liste:

Astragalus confertus Benth.
Blysmus compressus (L.) Panz. ex Link
Carex cf. *sagaensis* Y. C.Yang
Gentiana falcata Turcz.
Gentiana leucomelaena Maxim.
Gentiana prostrata Haenke
Juncus thomsonii Buchen.
Kobresia cf. *kashgarica* Dickoré
Kobresia pygmaea C. B. Clarke
Kobresia royleana (Nees) Boeck.
Leontopodium nanum (Hk. f.& Th.) Hd.-Mz.
Lomatogonium carinthiacum (Wulf.) Reichb.
Parnassia pusilla Wall. ex Arn.
Pedicularis longiflora Rud. var. *tubiformis* (Klotzsch) Tsoong
Poa calliopsis Litw. ex Ovcz.
Polygonum viviparum L.
Potentilla multifida L.
Ranunculus tricuspis Maxim.
Thalictrum alpinum L.
Taraxacum leucanthum Ledeb.

Etwa 100 Meter talaufwärts ist das in diesem Tal letzte und höchstgelegene Gerstenfeld durch eine Steinmauer ringsum abgeschlossen und somit gegenüber allen möglichen Weidetieren geschützt. Neben der angebauten Gerste wurde eine bedeutend kleinere Parzelle – schätzungsweise 1,5-2 Aaren – mit Hafer (*Avena* cf. *byzantina* C. Koch) angepflanzt. Diese hochgelegenen Getreidekulturen (mindestens 4560 mNN) auf der linken Talseite verdanken ihre Existenz Wasser, das von Zeit zu Zeit aus einem Bewässerungskanal zugeleitet wird. Von diesem zugeführten Wasser profitieren auch alle Wildpflanzen, die die eigentliche Kultur in einem stellenweise viele Meter breiten Feld bis zur abschliessenden Mauer umgeben. Je nach Oberflächenverlauf und Wasserversorgung wachsen feuchtigkeitsbedürftige Pflanzen neben Meso- und Xerophyten nah beieinander. Seltener ist es zur Bildung einigermassen homogener Rasenflecken gekommen. Die Aufzeichnung der festgestellten Sippen ergibt, auch hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit und ohne Berücksichtigung der Häufigkeit, folgende Liste:

x *Artemisia macrocephala* Jacq.ex Bess.
x *Artemisia stricta* Edgew.
x *Artemisia tournefortiana* Reichb.
m *Calamagrostis holciformis* Jaub. & Sp.
x *Chenopodium* cf. *prostratum* Bunge
x *Dracocephalum heterophyllum* Benth.
m *Elymus nutans* Griseb.
h *Gentiana falcata* Turcz.
h *Gentiana leucomelaena* Maxim.
h *Gentiana prostrata* Haenke
h *Glaux maritima* L.
x *Hypecoum leptocarpum* Hook. f. & Th.
h *Kobresia royleana* (Nees)Boeck.
m *Leymus secalinus* (Georgi) Tzvel.
h *Lomatogonium carinthiacum* (Wulf.) Rchb.
m *Pennisetum flaccidum* Griseb.
h *Poa tibetica* Munr. ex Stapf
m *Polygonum sibiricum* Laxm. subsp. *thomsonii* (Meissn. ex St.) Rech.f. & Sch.-Cz.
x *Potentilla bifurca* L.
m *Potentilla multifida* L.
h *Ranunculus tricuspis* Maxim.
x *Stipa roborovskyi* Roshev.
m *Suaeda corniculata* (C. A. Mey.) Bge.
m *Taraxacum* sp.

h = an feuchten bis nassen Stellen
m = weder besonders feuchte noch besonders trockene Stellen
x = Stellen, die wenig oder kein Wasser durch "Bewässerung" erhalten

Als auffälligstes Unkraut innerhalb des Gerstenfeldes erweist sich einmal mehr *Lepyrodiclis holosteoides* (C.A. Mey.) Fenzl. Ausserhalb der Schutzmauer und ausserhalb des Einflussbereichs künstlicher Bewässerung wachsen im Schuttboden relativ häufig *Urtica hyperborea* Jacq. und nur sehr vereinzelt *Marrubium marrubiastrum* (Steph.)Hedge, auf steiniger Unterlage am Hangfuss auch *Lonicera spinosa* (Dcne.) Walp. Etwa 150-200 m westlich der Getreidekultur sammelte ich als Besonderheit im kompakten Sandboden nahe am linken Bachufer *Festuca nitidula* Stapf.

Im N-S-verlaufenden Abschnitt flussaufwärts erweitert sich das Tal in ein unerwartet breites Becken. Diese ausgedehnte Hochebene ist von dichten, ± feuchten Rasen bewachsen, die das bevorzugte Weideland für die Yaks von Karzok Phu (Phu = "Alpweide") bilden. Der flüchtige Kontakt am unteren und seitlichen Rand (Foto 30) der zwischen ca. 4600 und 4700 mNN gelegenen Hochweide lässt schon bald die strukturbildende Bedeutung von *Kobresia pygmaea* mindestens für den rechtsufrigen Weiderasen im südlichen Randgebiet erkennen. Dort dominiert das nur 1-3 cm hohe Pflänzchen (Abb. 3) über weite Strecken. Die dichten Miniaturhorste bilden eine auffallend harte, zusammenhängende Decke, die an der Oberfläche mancherorts buckelförmig erscheint. Weil die abgestorbenen Pflanzenteile später als torfartige, nicht minder harte Masse erhalten bleiben, sind solche, im übrigen oft nasse Weidestellen über die harten Buckel angenehm zu begehen.

DICKORÉ (1995) bezeichnet *Kobresia pygmaea* als "the most common and characteristic plant of the Tibetan Plateau". Er sieht in der zwerghaften Kobresie die wirtschaftlich wahrscheinlich wichtigste Pflanze Tibets. Trotz der geringen Grösse scheint sie eine Hauptfutterpflanze für Yaks zu sein, in hohem Masse angepasst und widerstandsfähig gegenüber Beweidung. Dass durch Überweidung zerstörte Rasen von *Kobresia pygmaea* kaum mehr regenerieren, tritt auch im südlichen Bereich von Karzok Phu an etlichen Stellen deutlich zutage. Solche Rasenbezirke, zumeist nahe der Zelt-Siedlungen, vermochten offensichtlich dem anhaltenden Tritt zu vieler Weidetiere in grösseren Flecken nicht mehr standzuhalten. Anstelle des Rasenteppichs erwecken die schwarzbraunen, kahlen Flächen der Torfhügel – ohne jegliches Grün – ein ungutes Gefühl mit eher betrüblichen Aussichten. Es ist nur zu hoffen, dass die grosse Gefahr der Überweidung auch im Tal von Karzok rechtzeitig erkannt wird.

Abb. 3. – Wuchsform von *Kobresia pygmaea* C. B. Clarke; aus dichtem Rasen S oberhalb Karzok Phu, ca. 4750 mNN (W Tso Moriri).

A, kleiner isolierter Horstkomplex aus zusammenhängender Rasendecke; **B,** einzelner isolierter Horst.

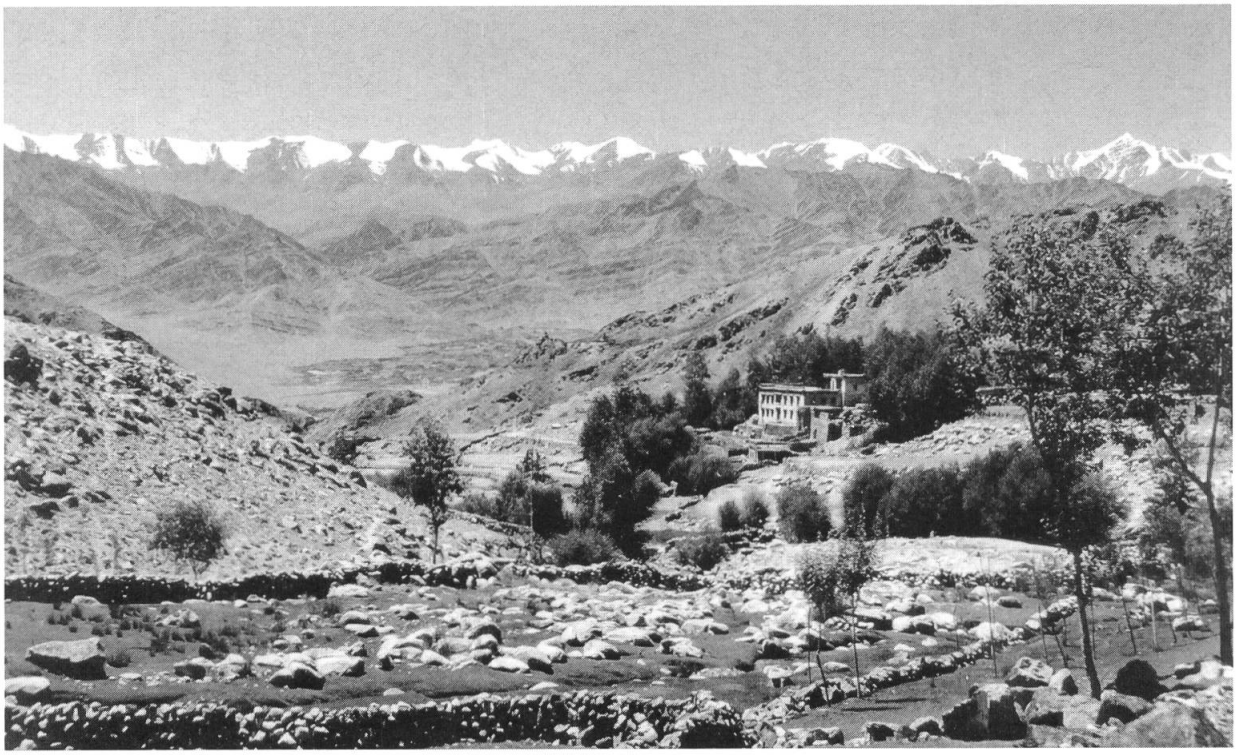

Foto 1 (oben). – Nang, ca. 3850 mNN mit obersten bewässerten Rasen und Kulturen; im Hintergrund (SW) Zanskar Mountains.

Foto 2 (unten). – Im Tal oberhalb Nang, ca. 4000 mNN; Übergangsbereich Wüste- Wüstensteppe.

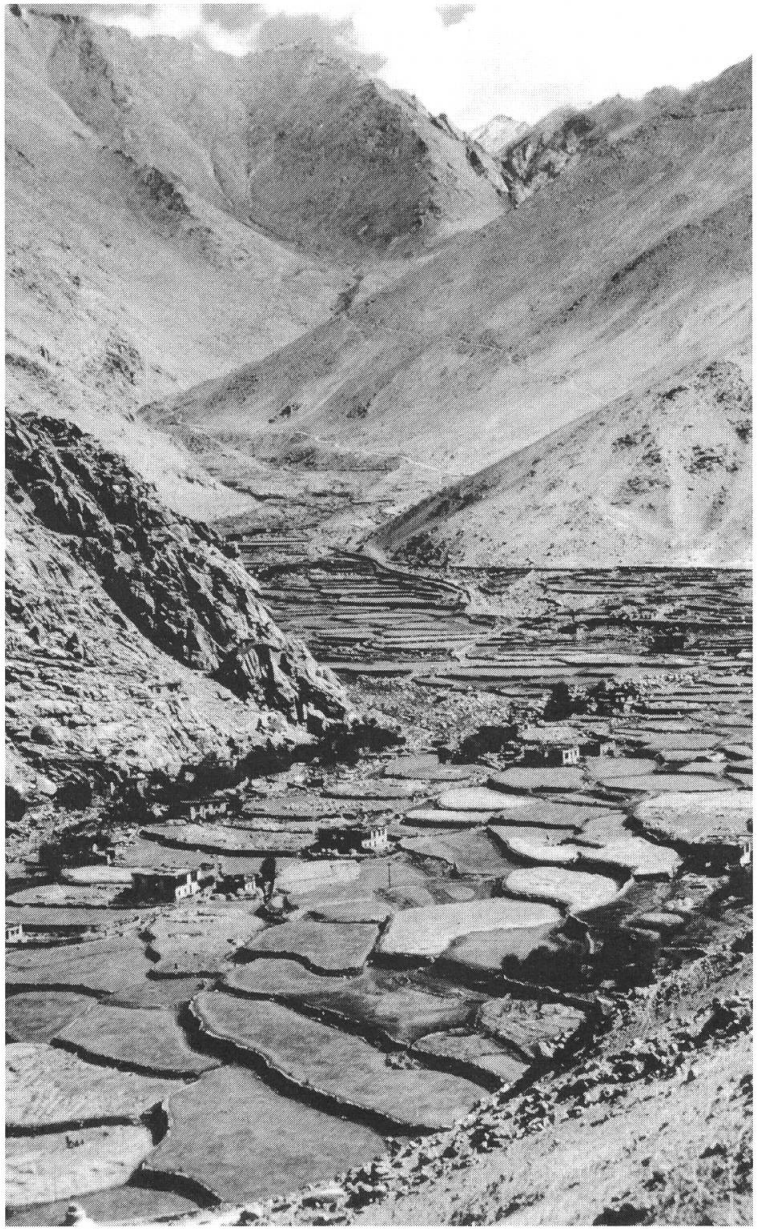

Foto 3. – Oberste Gerstenkulturen im Tal NE oberhalb Sakti, ca. 4000 mNN. Im Hintergrund alter Weg und (rechts oben) neue Strasse zum Chang La.

Foto 4.– Wüstensteppe mit *Artemisia brevifolia* N Leh/Gangles, 4120 mNN (entspr. Aufn.fl.von Nr. 7, Tab. 1).

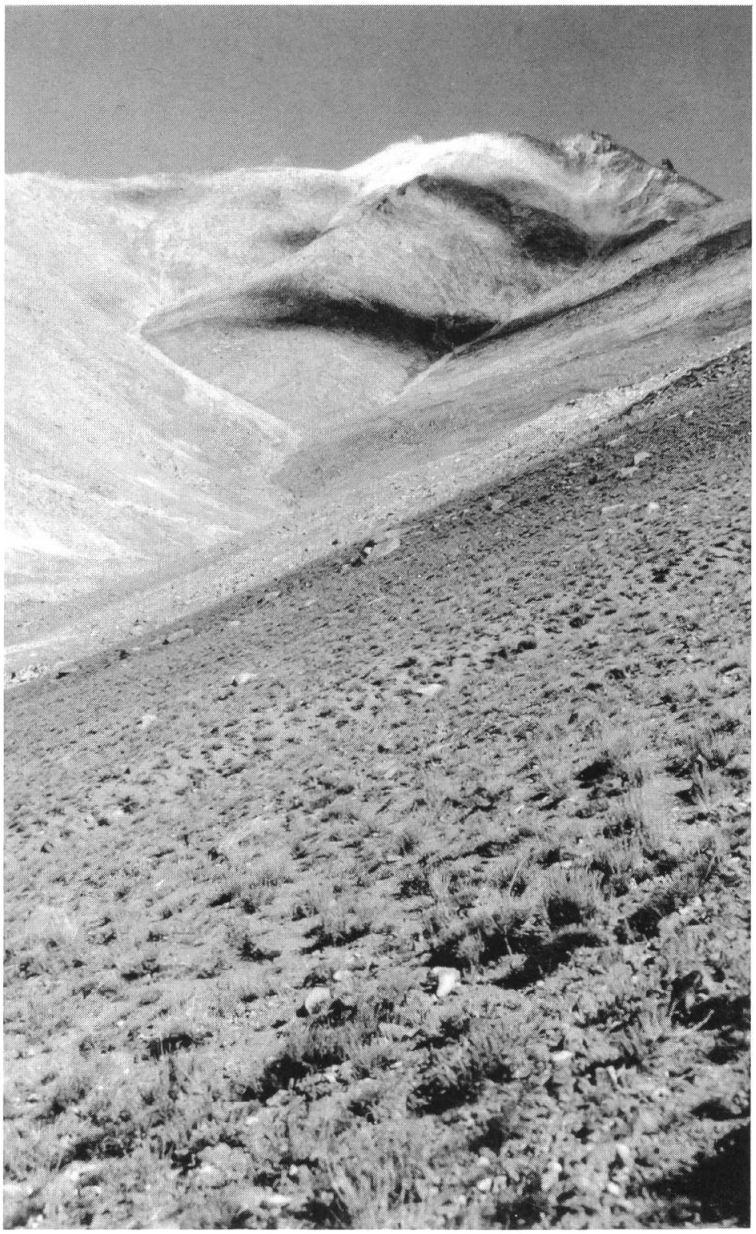

Foto 5. – Wüstensteppe (Variante B) zwischen Sakti und Zingrul, 4320 mNN (entspr. Nr. 9, Tab. 1).

Foto 6 (oben). – *Chamaerhodos sabulosa* Bunge, in alpiner Steppe am Kiagar La, 4800 mNN (entspr. Nr. 5, Tab. 5).
Foto 7 (unten). – *Potentilla bifurca* L., besonders häufig in alpiner Steppe und Wüstensteppe der Ladakh-Kette.

Foto 8. – *Ptilotrichum canescens* (DC.) C. A. Mey.; kennzeichnend für alpine Steppe und Wüstensteppe der östlichen Gebiete.

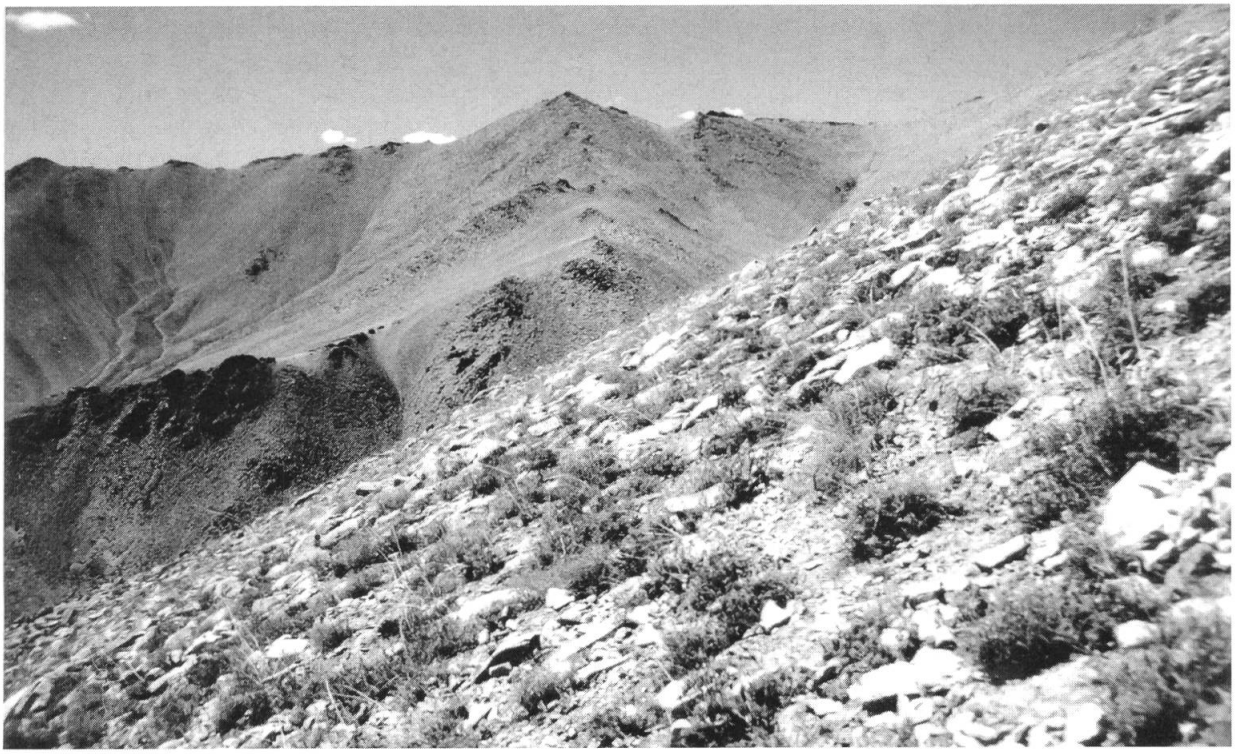

Foto 9 (oben). – Alpine Steppe (Variante B), 4500 mNN, S-Seite des Khardung La (entspr. Nr. 5, Tab. 2).

Foto 10 (unten). – Alpine Steppe (Variante A), 4510 mNN, N-Seite des Khardung La (entspr. Nr. 2, Tab. 2); im Vord.grd. *Dracocephalum heterophyllum*.

Foto 11 (oben). – Seitental N des Khardung La Richtung Shyoktal; im Hintergrund östliche Berge des Karakorum.

Foto 12 (unten). – Blick von S Richtung Chang La, mit heutiger Strassenführung; links unter Bildmitte: Zingrul, ca. 4680 mNN.

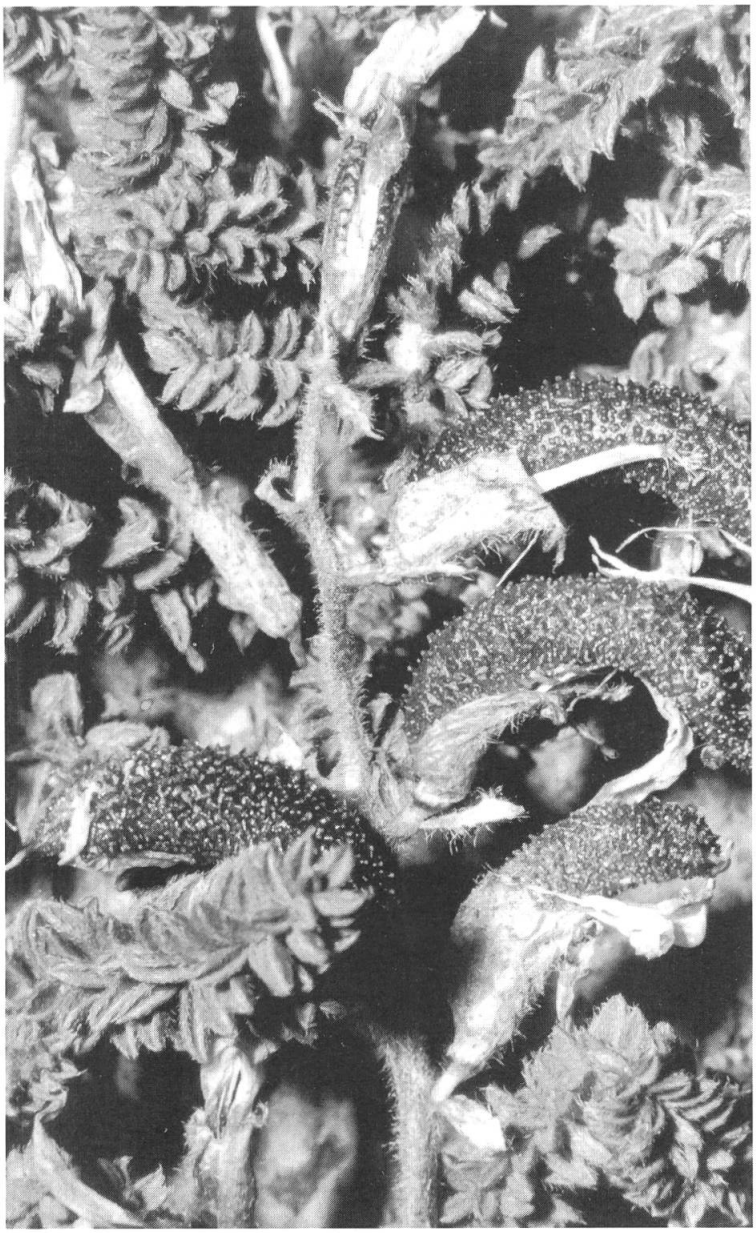

Foto 13. – *Oxytropis microphylla* (Pall.) DC. mit Früchten; in alpiner Steppe (Variante D) E Tsoltak.

Foto 14 (oben). – Bachbegleitende Rasen E Tsoltak, 4550 mNN; im Vord.grd. erkennbar: Halme von *Kobresia schoenoides.*

Foto 15 (unten). – Tal von Tangtse-Darbuk (Blick von W); in Geländemulde "kontrahiert" erkennbar: *Tanacetum fruticulosum* und *Nepeta floccosa* der Wüste.

Foto 16. – *Rhodiola tibetica* (Hook. f. & Th.) Fu am Bachufer E Tsoltak, ca. 4550 mNN (N-Seite des Chang La).

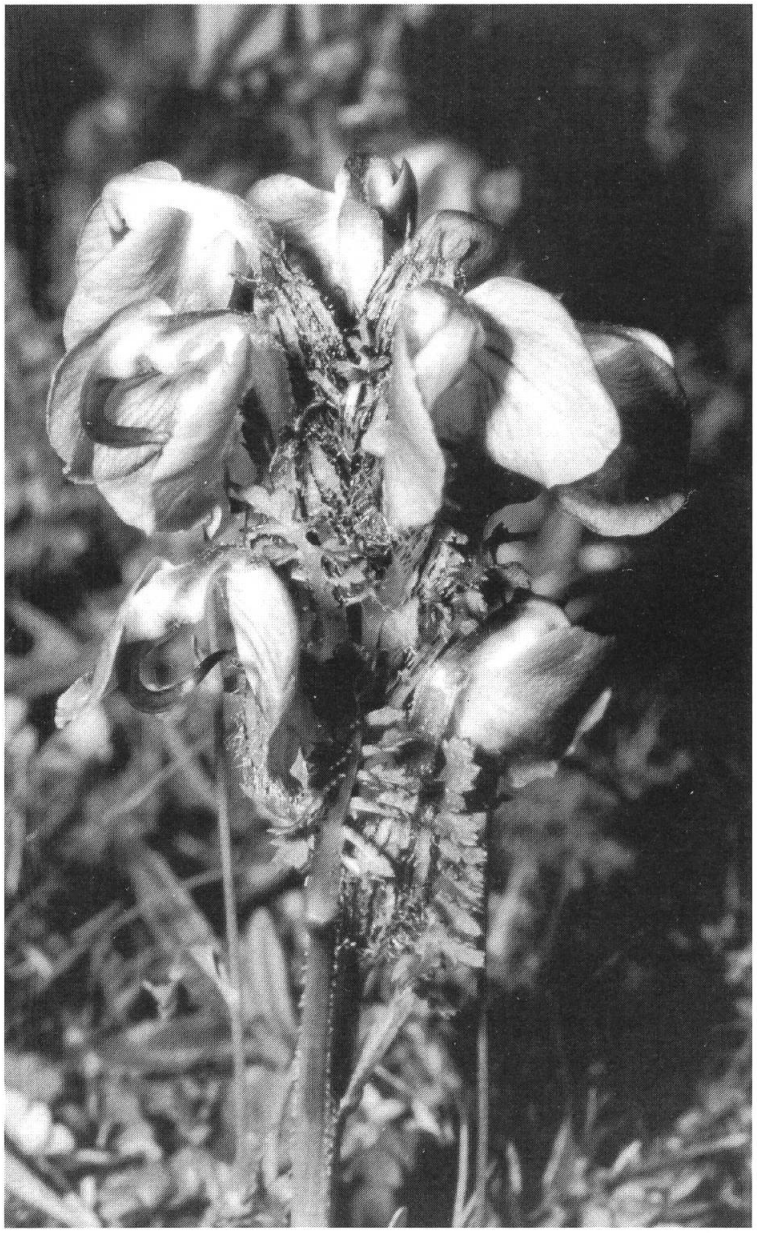

Foto 17. – *Pedicularis rhinanthoides* Schrenk subsp. *speciosa* Penn. im bachbegleitenden Rasen E Tsoltak (s. Foto 14).

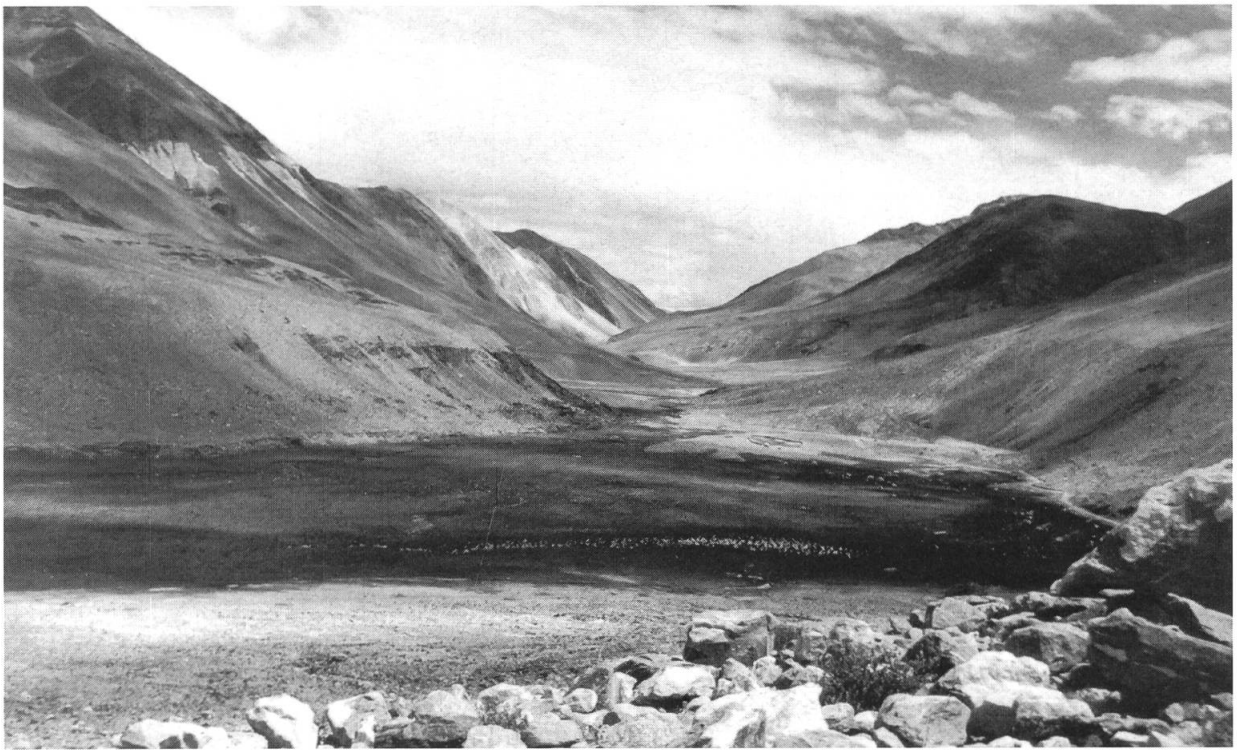

Foto 18 (oben). – Tal einige km SE Muglib, Blick Richtung Pangong Tso; Talebene mit ± feuchten Rasen, Talhänge mit Gebirgswüsten-Vegetation.

Foto 19 (unten). – Blick von W auf das NW-Ende des Pangong Tso; im Vord.grd. Gebirgswüste mit *Stipa glareosa* (Tab. 4).

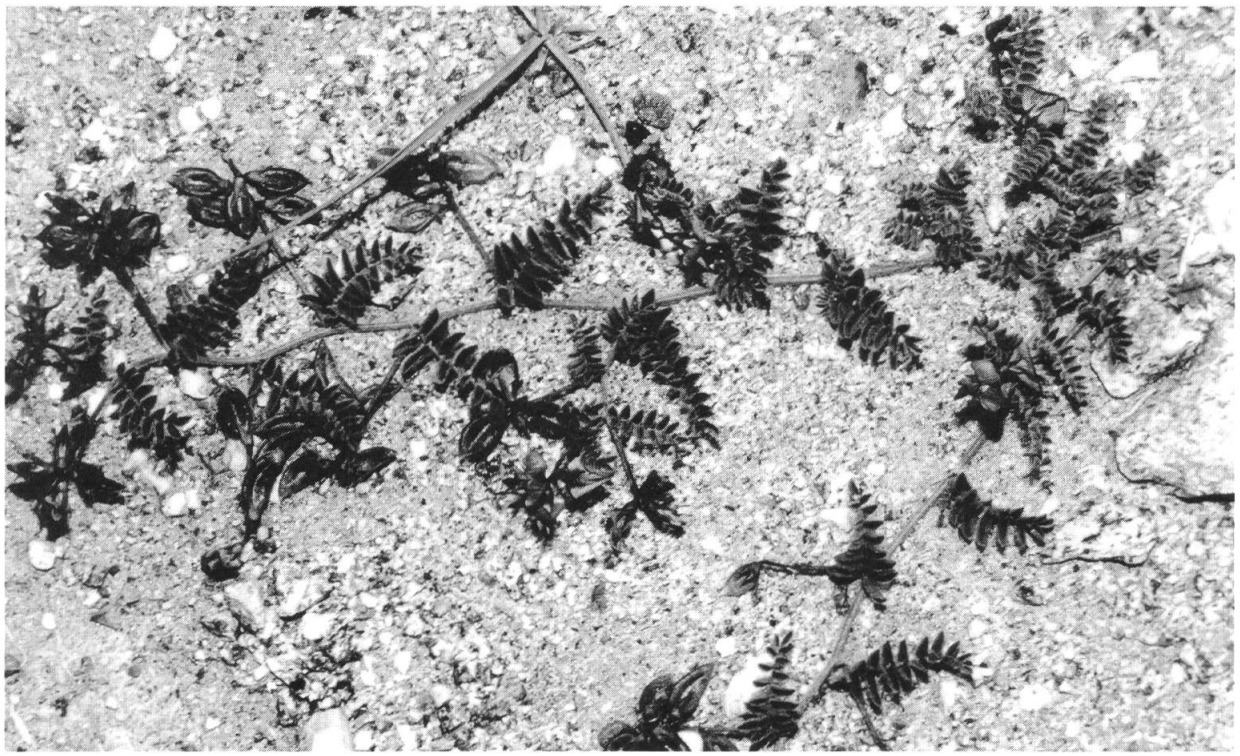

Foto 20 (oben). – *Astragalus tribulifolius* Benth.ex Bge., auf Granitgrus im Tal zwischen Muglib und Pangong Tso, ca. 4250 mNN.

Foto 21 (unten). – Tso Moriri, 4542 mNN, in alpiner Wüste; links unten Schuttfächer der Flussmündung bei Karzok mit Gerstenkulturen.

Foto 22 (oben). – Alpine Wüste am Tso Moriri (NW Karzok) oberhalb ca. 4800 mNN.
Foto 23 (unten). – Industal zwischen Kiari und Chumatang mit *Tamaricaria*-Gebüsch; Blickrichtung flussabwärts.

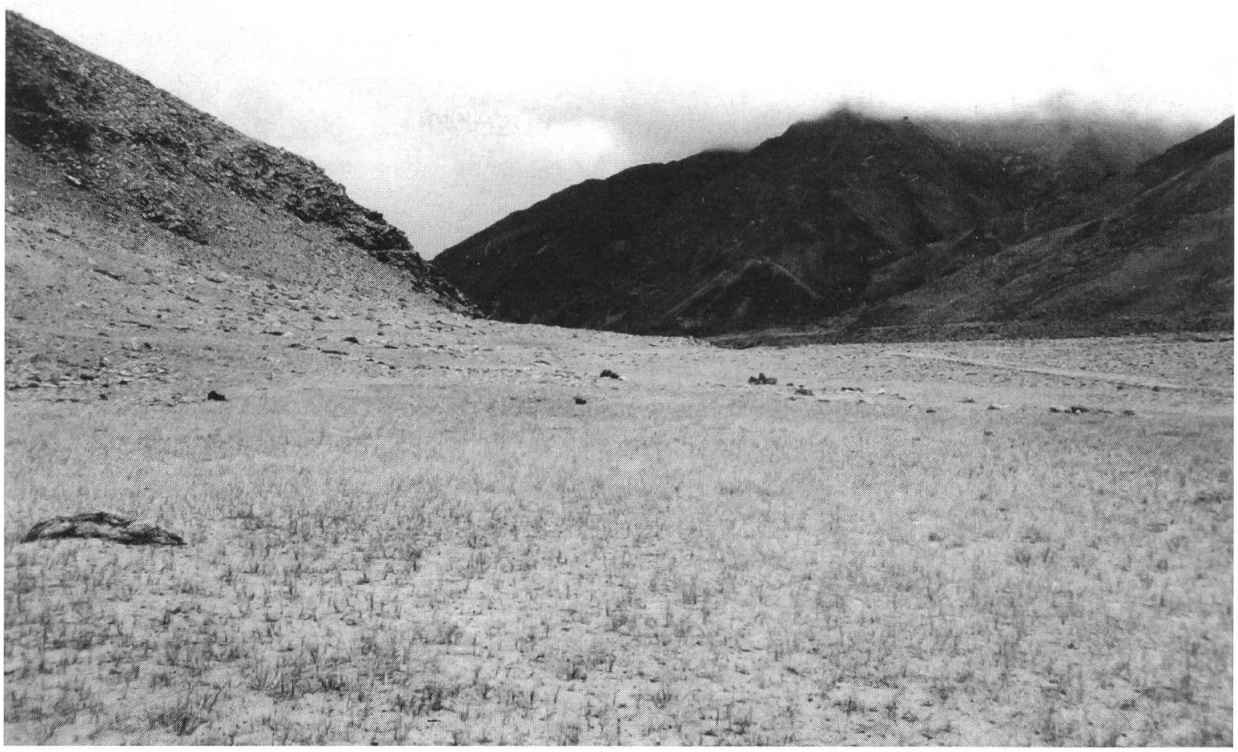

Foto 24 (oben). – Alpine Steppe mit domin. *Carex moorcroftii* am Kiagar La, 4800 mNN (entspr. Nr. 5, Tab. 5).
Foto 25 (unten). – Kiagar Tso, Blick von N! Im Vord.grd. alpine Steppe (entspr. Nr. 3 und 4, Tab. 5).

Foto 26. – Alpine Steppe mit domin. *Artemisia wellbyi,* ca. 4770 mNN, N Kiagar Tso.

Foto 27. – *Carex moorcroftii* Falc. ex Boott am Standort der Aufn. von Nr. 5, Tab. 5.

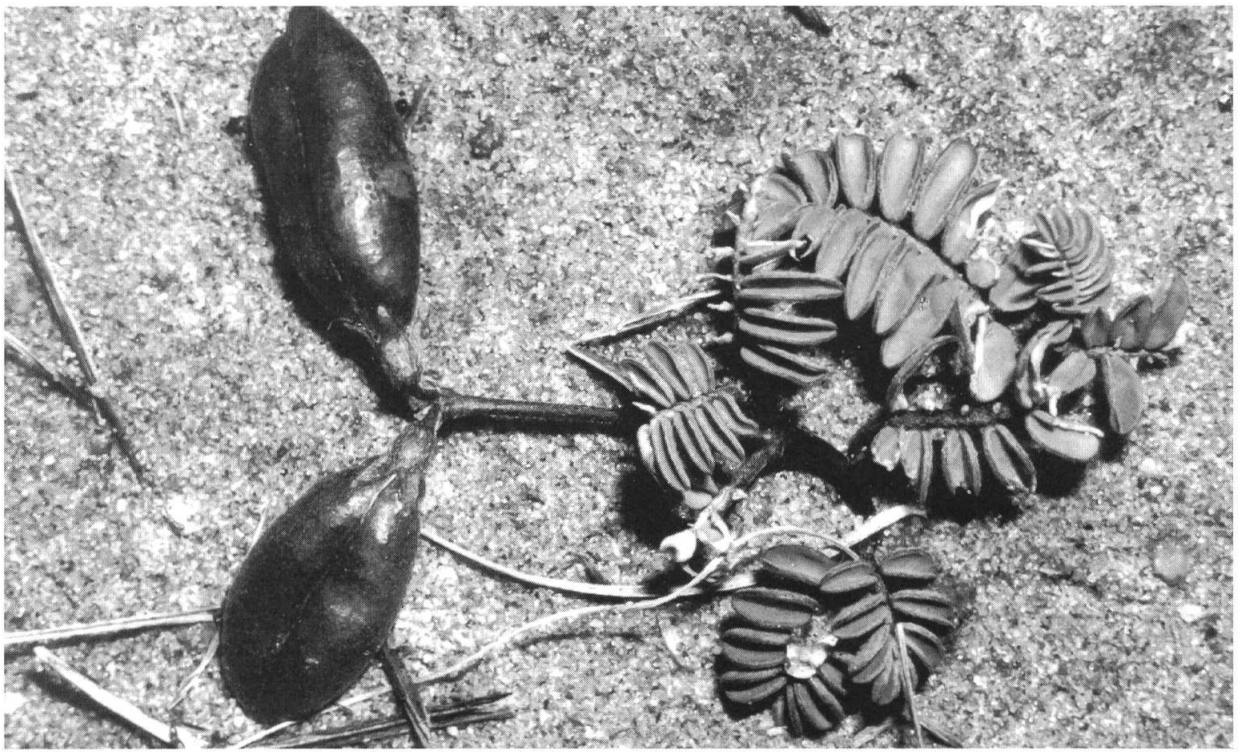

Foto 28 (oben). – *Astragalus heydei* Baker mit Früchten; Kiagar La, 4800 mNN.
Foto 29 (unten). – *Hypecoum leptocarpum* Hook. f. & Th. am Kiagar La, 4800 mNN.

Foto 30. – Karzok Phu, ca. 4650-4700 mNN: einige Hirtenzelte zwischen stark aufgelichteten *Caragana*-Beständen (oben) und ± feuchten Weiderasen (unten).

LITERATURVERZEICHNIS

ASWAL, B. S. & B. N. MEHROTRA (1994). *Flora of Lahaul-Spiti (A Cold Desert in North-West Himalayas).* Dehra Dun, 761 pp.

BOSSHARD, W. (1930). *Durch Tibet und Turkistan. Reisen im unberührten Asien.* Stuttgart, 247 pp.

CHANG, D. H. S. (1983). The Tibetan plateau in relation to the flora of China. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 70: 564-570.

DICKORÉ, W. B. (1995). Systematische Revision und chorologische Analysen der Monocotyledoneae des Karakorum (Zentralasien, West-Tibet). *Stapfia* 39. 298 pp.

DIERSCHKE, H. (1994). *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden.* Stuttgart. 683 pp.

FUCHS, G. & M. LINNER (1996). On the Geology of the Suture Zone and Tso Morari Dome in Eastern Ladakh (Himalaya). *Jb. Geol. B.-A.* 139 (2): 191-207.

GANHAR, J. N. (1979). *The Wildlife of Ladakh.* Srinagar. 91 pp.

GANSSEN, R. (1968). *Trockengebiete (Böden, Bodennutzung, Bodenkultivierung, Bodengefährdung).* Bibl. Inst. Mannheim/Zürich. 186 pp.

HARTMANN, H. (1972). Über die Vegetation des Karakorum. II. Teil: Rasen- und Strauchgesellschaften im Bereich der alpinen und der höheren subalpinen Stufe des Zentral-Karakorum. *Vegetatio,* 24 (1-3): 91-157.

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.

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

HARTMANN, H. (1997). Zur Flora und Vegetation der Halbwüsten, Steppen und Rasengesellschaften im südöstlichen Ladakh (Indien). *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 62: 129-188.

HEDIN, S. (1920). *Transhimalaya. Entdeckungen und Abenteuer in Tibet.* Leipzig, 1. Bd. 1-405.

HEMSLEY, W. B. & H. H. W. PEARSON (1901-1904). The Flora of Tibet or High Asia. *Journ. Linn. Soc. Bot.* 35: 124-265.

HOOKER, J. D. (1875-1897). *Flora of British India* 1-7. London & Ashford.

KOMAROV, V. L. (ed.) (1934-1964). *Flora URSS/Flora Unionis Rerumpublicarum Socialisticarum Sovieticarum* 1-30. Moskau & Leningrad.

MIEHE, G. (1997). Alpine Vegetation Types of the Central Himalaya. *In: Ecosystems of the World* 3 (9): 161-184.

NASIR, E. & S. I. ALI (eds.) (1970-). *Flora of Pakistan.* Karachi/Islamabad.

SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1992). *Lehrbuch der Bodenkunde.* Stuttgart. 491 pp.

SCHMID, E. (1932). Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae. *In:* BOSSHARD, W. Botanische Ergebnisse der Deutschen Zentralasien-Expedition 1927-1928. *Feddes Repert.* 31: 27-75.

SEARLE, M. P. (1991). *Geology and Tectonics of the Karakoram Mountains.* Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore (John Wiley & Sons). 358 pp.

STECK, A., J.-L. EPARD, J.-C. VAUNAY, I. HUNZIKER, M. GIRARD, A. MORARD & M. ROBYR (1998). Geological transect across the Tso Morari and Spiti areas: The nappe structures of the Tethys Himalaya. *Eclogae geol. Helv.* 91: 103-121.

STEWART, R. R. (1972). *Flora of West Pakistan.* Karachi, 1028 pp.

STEWART, R. R. (1982). *Flora of West Pakistan. History and exploration of plants in Pakistan and adjoining areas.* Islamabad, 186 pp.

STRACHEY, H. (1854). *Physical Geography of Western Tibet.* London. 69 pp.

THOMSON, Th. (1852). *Western Himalaya and Tibet.* London. 501 pp.

WANG, JIN-TING (1988). The steppes and deserts of Xizang Plateau (Tibet). *Vegetatio* 75: 135-142.

WISSMANN, H. von (1959). Die heutige Vergletscherung und Schneegrenze Hochasiens mit Hinweisen auf die Vergletscherung der letzten Eiszeit. *Abh. Akad. Wiss. Mainz, Math.-Nat. Kl.* 14: 1101-1407.

WU CHENG-YIH (ed.) (1980-1986). *Flora Xizangica.* Beijing, 1-5.

ZHENG DU (1983). Untersuchungen zur floristisch-pflanzengeographischen Differenzierung des Xizang-Plateaus (Tibet), China. *Erdkunde* 37: 34-47.

Karten: India and Pakistan 1:250.000 AMS NI 43-8 Leh. NI 43-12 Martselang. NI 44-5 Shyok. NI 44-9 Pangong Tso. NI 44-13 Tso Morari.

Operational Navigation Chart 1:1.000.000 ONC G-7 (1980).

Anschrift des Verfassers: Sonnenrain 62, CH-8700 Küsnacht.