

Zeitschrift:	Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany
Herausgeber:	Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Band:	45 (1990)
Heft:	2
Artikel:	Pflanzengesellschaften aus der alpinen Stufe des westlichen, südlichen und östlichen Ladakh mit besonderer Berücksichtigung der rasenbildenden Gesellschaften
Autor:	Hartmann, Hans
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-879710

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: 12.01.2026

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

Pflanzengesellschaften aus der alpinen Stufe des westlichen, südlichen und östlichen Ladakh mit besonderer Berücksichtigung der rasenbildenden Gesellschaften

HANS HARTMANN

ZUSAMMENFASSUNG

HARTMANN, H. (1990). Pflanzengesellschaften aus der alpinen Stufe des westlichen, südlichen und östlichen Ladakh mit besonderer Berücksichtigung der rasenbildenden Gesellschaften. *Candollea* 45: 525-574. Auf Deutsch, deutsche und englische Zusammenfassungen.

In der vorliegenden Arbeit, die den dritten Teil vegetationskundlicher Studien in Ladakh darstellt, werden hauptsächlich nicht-xerophile Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe beschrieben. Die Vegetationsaufnahmen stammen einerseits aus dem Gebiet des Pensi La im Süden sowie aus dem Surutal (West-Ladakh) und anderseits aus den Bergen zwischen Indus- und Markhatal des östlichen Ladakh. In 7 Vegetationstabellen werden folgende Gesellschaften oder Gesellschaftsgruppen zusammengefasst: Gesellschaftsgruppe mit *Bistorta affinis*, Gesellschaft mit dominierender *Carex melanantha*, Gesellschaften mit *Kobresia pamiroalaica* der unteren alpinen Stufe am Pensi La, Blockschuttgesellschaft mit *Potentilla sericea* und *Poa koelzii* aus der hochalpinen Stufe von Ost-Ladakh. Aus dem östlichen Ladakh werden zudem zwei xerophile Pflanzengesellschaften kurz vorgestellt: die alpine Steppe mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum* sowie die Zwergstrauchgesellschaft von *Caragana versicolor*. Nebst der floristischen Charakterisierung werden für die einzelnen Gesellschaften — soweit möglich — Angaben über die Standortsbedingungen, biotische Beeinflussung, Verbreitung in Ladakh und Lebensformen vermittelt.

ABSTRACT

HARTMANN, H. (1990). Plant communities of the alpine belt of the eastern, southern and western Ladakh with special consideration for the grassy vegetation. *Candollea* 45: 525-574. In German, German and English abstracts.

This paper represents the third part of synecological studies in Ladakh. It deals with predominantly non-xerophytic plant communities of the alpine belt. The investigations have been carried out in the Suru district (West-Ladakh), area of Pensi La (southern part) and in the mountains of Eastern Ladakh between Indus and Markha river. The described communities (associations and groups of associations) are listed in 7 tables referring to: associations with *Bistorta affinis*, meadow community dominated by *Carex melanantha*, communities with *Kobresia pamiroalaica* in the lower alpine zone (Pensi La), association with *Nepeta discolor* and/or *Festuca kashmiriana* on screes and the vegetation unit of high alpine grassy communities with *Potentilla sericea* and *Poa koelzii* of Eastern Ladakh. In addition there are described two xerophytic plant communities from Eastern Ladakh: the alpine steppe with *Stipa breviflora* and *Tanacetum fruticosum* as well as the dwarf shrub-community with *Caragana versicolor*. The descriptions contain both information regarding floristic and structural composition and data concerning habitat, biotic influences, distribution within Ladakh and life-forms.

1. Einleitung

Im Sommer 1987 bot sich Gelegenheit, die in den Jahren 1976 und 1979 durchgeführten Feldarbeiten in Ladakh fortzusetzen. Nebst Exkursionen in neue Gebiete nördlich des Indus konnten vor allem die Untersuchungen in Ost-Ladakh ergänzt und vertieft werden.

Ein erster Teil der vegetationskundlichen "Ladakh-Studien" (HARTMANN, 1983) ist den auffälligsten Pflanzengesellschaften entlang der Hauptroute zwischen Zoji La und Leh gewidmet. In einem zweiten Teil ist versucht worden, Pflanzengesellschaften vorwiegend trockener Standorte aus der subalpinen und alpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh zu erfassen (HARTMANN, 1987). Der vorliegende Beitrag umfasst nun eine Zusammenstellung und Gliederung von Pflanzengesellschaften aus der alpinen Stufe, die zur Hauptsache nichttrockene Standorte kennzeichnen; das entsprechende Aufnahmematerial stammt aus westlichen, südlichen und östlichen Landesteilen.

Angaben über die Klimaverhältnisse und den Verlauf der Vegetationsstufen sowie einige Hinweise auf Orogaphie und Geologie finden sich in den oben zitierten früheren Arbeiten; eine Wiederholung derselben scheint nicht angezeigt. Aus dem gleichen Grunde wird auf eine Beschreibung der auf J. Braun-Blanquet zurückgehende Methode zur Erfassung der Pflanzengesellschaften verzichtet, die unverändert auch den hier vorgelegten Ergebnissen zugrunde liegt. In gleicher Manier wie früher wurde für alle aufgeführten Arten die Lebensformklasse nach dem System von Raunkiaer beigefügt; damit ergab sich auch für die hier berücksichtigten Pflanzengesellschaften die Möglichkeit, Lebensformspektren zu berechnen, die in Abb. 1 vergleichend dargestellt sind. Nach dem längst beschriebenen Vorgehen (HARTMANN, 1983 und 1987) konnte wieder in zahlreichen Bodenproben der pH-Wert gemessen sowie der Test auf den Carbonatgehalt mit verdünnter Salzsäure durchgeführt werden.

Für die Unterstützung und zahlreiche Hilfeleistungen habe ich den Dank an die gleichen Instanzen und Personen wie für den zweiten Teil der Vegetationsstudien (HARTMANN, 1987: 278) zu wiederholen. Zusätzlich aber danke ich Frau Dr. P. Geissler (Conservatoire et Jardin botaniques de Genève) für die Durchsicht und Bestimmung zahlreicher Moos-Proben. Und schliesslich gilt einmal mehr ein besonderer Dank der Direktion der Royal Botanic Gardens in Kew für das grosszügig gewährte Benützungsrecht von Sammlungen und Bibliothek.

2. Die Arbeitsgebiete im Südwesten

Eine Beschreibung der Untersuchungsgebiete im westlichen und südlichen Ladakh ist bereits in der erwähnten Arbeit von 1987 (Pflanzengesellschaften trockener Standorte) zu finden. Jener Mitteilung liegt auch eine Skizze bei über Ladakh südlich der sog. Ladakh Range. Die meisten Vegetationsaufnahmen für die vorliegende Arbeit stammen von den gleichen geographischen Örtlichkeiten, zumeist jedoch aus höheren Lagen.

Aus der Provinz Zanskar liegen keine Unterlagen der nichtxerophytischen Vegetation bereit; statt dessen konnten die Untersuchungsergebnisse über *Kobresia*-Rasen des Pensi La in die vorliegende Studie miteinbezogen werden. Die Hochfläche des Pensi La (über 4300 m ü.M.) verbindet Zanskar mit dem östlichsten Abschnitt des Surutales und vermittelt infolgedessen einen Eindruck aus der unteren alpinen Stufe direkt hinter der Hauptkette des Himalaya im südlichen Ladakh.

Weitere Einblicke in die Vegetation unmittelbar nördlich des Hauptkammes geben die Aufnahmen aus den Gebieten von Gulmatungo (Sanmodangsa) und aus dem Seitental des Chellong River, das bei Panikar mündet. Im letzterwähnten Seitental wurde u.a. die Gesellschaft von *Bistorta affinis* untersucht, die in NW-Lage nach oben die Steppe mit *Artemisia brevifolia* ablöst. Optimal ausgebildete, grossflächige Bestände dieser Gesellschaft bedecken vor allem auch die nordexponierten Flanken der Hauptkette z.B. von der Nun Kun-Gruppe bis zum Zoji La, wo sie bis auf etwa 4000 m ü.M. nicht selten mit dem Gebüsch von *Salix karelinii* verzahnt sind. Weitere Unterlagen zur *Bistorta affinis*-Gesellschaft wurden im ost-west-verlaufenden Seitental östlich Kartse gesammelt, wo in Nordexposition auch die auf dieser Länge nördlichsten Bestände von *Salix karelinii* angetroffen wurden. Vergleiche mit den Verhältnissen im Drastal zeigen, dass die mesophilen Vegetationskomplexe der untersten alpinen Stufe im Westen am weitesten nach Norden reichen.

Angaben über mesophile oder gar hygrophile Seggen- und Kobresiarasen aus der unteren alpinen Stufe beziehen sich auf Gulmatungo im oberen Suratal sowie auf ein Seitentälchen westlich Sanku im mittleren Suratal.

2.1. Gesellschaftsgruppe mit *Bistorta affinis* (Tabelle 1)

Die Vegetation, in der *Bistorta affinis* augenfällig dominiert oder zumindest mit höherer Artmächtigkeit beteiligt ist, umfasst mehrere Gesellschaften im Sinne einer Assoziation des pflanzensoziologischen Systems. Auf den Kontakt zur subalpinen Steppe mit *Artemisia brevifolia* sowie auf die Beziehung zur Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana*, wo *Bistorta affinis* stark vertreten sein kann (im letzteren Komplex als Gesellschaft mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidalis*), ist an früherer Stelle hingewiesen worden (HARTMANN, 1987). Tabelle 1 umfasst im wesentlichen zwei Gesellschaften, die sich durch kennzeichnende Artengruppen leicht unterscheiden lassen, die anderseits aber durch zahlreiche gemeinsame Arten ihre Zugehörigkeit zu einer höheren Vegetationseinheit darlegen.

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 1

- Nr. 1. Seitental des Chellong River bei Panikar, 3730 m ü.M. C-Horizont: hellfarbene Gneise als Blockschutt; braune, flachgründige Feinerdeschicht deutlich skelettig, kompakt; Viehweglein (= Nr. 5, Tab. 1 in HARTMANN, 1987).
- Nr. 2. Gleicher Hang wie Nr. 1 (s. Abb. 3, p. 288 in HARTMANN, 1987), 3660 m ü.M. Dunkelbraune skelettarme Feinerdeschicht stärker humos, tiefgründiger.
- Nr. 3. Gleiches Seitental westlich Panikar, 3580 m ü.M. C-Horizont: Glimmerschiefer als Schutt (schuttiger als in umliegender Steppe mit *Artemisia brevifolia*); feinsandige, dunkelbraune Feinerde ± skelettreich; pH-Wert in 10 cm: 5.5 (KC1), 5.9 (H₂O).
- Nr. 4. Linksseitiger Hang in Seitental östlich Kartse, 3870 m ü.M. C-Horizont: dunkle Seritschiefer als Blockschutt; Boden wie in Aufn. Nr. 5.
- Nr. 5. Gleiche Örtlichkeit in Seitental östlich Kartse wie Nr. 4, 3830 m ü.M. Zwischen Stein- und Felsblöcken sehr kompakte, braun-dunkelgraue, schluffreiche Feinerdeschicht mit wenig Skelett; pH-Wert in 10 cm: 5.7 (KC1), 6.2 (H₂O).
- Nr. 6. Gleicher Hang in Seitental östlich Kartse wie Nr. 4, 4160 m ü.M. Gesteinsunterlage: vorwiegend dunkle Paragneise. Boden ohne sichtbare Horizonte; dunkelgrau-braune Feinerde schluffreich, grusig-skelettig; pH-Wert in 10 cm: 6.1. (KC1), 6.6 (H₂O).
- Nr. 7. Gleiche Talseite in Tal östlich Kartse wie Nr. 4, 4060 m ü.M. Gesteinsuntergrund wie in Nr. 6. Mittelgründige Feinerdeschicht feinsandiger, weniger schluffreich als in Nr. 6 und Nr. 8; sowohl Skelett wie sandige Feinerde ergaben mit verd. Salzsäure eine starke Carbonatreaktion!
- Nr. 8. Gleiche Talseite östlich Kartse wie Nr. 4, 4140 m ü.M. Gesteinsuntergrund wie in Nr. 6. Dunkelbraune, schluffreiche, skelettarme Feinerdeschicht relativ tiefgründig; pH-Wert in 10 cm: 5.5. (KC1), 6.1 (H₂O).

Die 8 Aufnahmeflächen verteilen sich auf zwei Seitentäler des Suru River: das Tal des Chellong, das aus ± westlicher Richtung bei Panikar mündet (Nr. 1-3) und das aus östlicher Richtung westlich von Kartse mündende Seitental (Nr. 4-8). In beiden Talschaften ist die typische Ausbildung dieser Vegetation auf die ± nordexponierten Hänge und damit auf die südliche Talseite beschränkt. Weil *Bistorta affinis* am geeigneten Standort ausgedehnte teppichartige Spaliere bildet (Photo 1, Abb. 2), die sich bei der Reife der Fruchtstände rot verfärben, sind solche Bestände bereits im Spätsommer auch aus grosser Entfernung leicht zu erkennen. Optimale Verhältnisse dürften die Spalierrasen von *Bistorta* in den niederschlagsreichsten Gebieten von Ladakh vorfinden, d.h. an den nordexponierten Abhängen der Himalaya-Hauptkette, nordwestlich des Zoji La bis in die Gegend von Zanskar. Im südlichsten Dras- und im Suratal kann sich das Vorkommen der Gesellschaft auch in vertikaler Richtung über einige hundert Meter erstrecken. Auf der südöstlichen Seite des Zoji La enden die tiefstgelegenen Bestände zwischen den vereinzelt stehenden obersten Birken (*Betula utilis*) auf knapp 3500 m ü.M.

Im Drastal ist die Gesellschaftsgruppe mit *Bistorta affinis* auf der rechtsufrigen Talseite weit verbreitet. Selbst noch auf der Linie des 18 km östlich von Dras gelegenen Yasghun reichen die

Knöterich-Bestände bis nahezu 3500 m berab. Eine vollständige Bestandesaufnahme (Nr. 9) aus der Gegend von Yasghun, die sich auch gut in Tabelle 1 einfügte, findet sich bei HARTMANN, 1983, p. 142.

Die unterste Aufnahmestelle im Tal des Chellong River — nahe der Hauptkette — liegt bei ca. 3600 m ü.M., während im weiter nördlich verlaufenden Seitental von Kartse der tiefstgelegene Aufnahmeort mindestens 3800 m ü.M. erreicht. In diesem Gebiet liegen die höchstgelegenen Bestände auf nahezu 4200 m ü.M. Der Übergang in alpine Rasengesellschaften, die sich weiter oben in Schuttfluren verlieren, erfolgt fliessend. In dieser Region dürfte die klimatische Schneegrenze eine Höhe von mindestens etwa 5000 m erreichen. In den selber untersuchten Landesteilen weiter nördlich sowie im Osten waren irgendwelche Varianten der Gesellschaft mit *Bistorta affinis* nicht mehr anzutreffen.

Floristische Charakterisierung. — Durch die kennzeichnenden Artengruppen 1 und 2 lässt sich die Gesellschaft mit *Polygonum polycnemoides* und *Veronica biloba* von der Gesellschaft mit *Gentiana moorcroftiana* und *Cerastium cerastioides* leicht abgrenzen. Erstere vertritt die Gesellschaftsgruppe in den tieferen Lagen (oberste subalpine Stufe) und vermittelt nach unten und — je nach Exposition — auch seitlich zur Steppe mit *Artemisia brevifolia*. Mit Ausnahme von *Agrostis vinealis*, *Poa cf. attenuata* und *Acantholimon lycopodioides* sind fast alle übrigen Arten der kennzeichnenden Gruppe typische Vertreter der subalpinen *Artemisia*-Steppe, die meisten dort auch durch höhere Stetigkeit ausgezeichnet.

Eine eigentliche Mittelstellung zwischen Steppe und Knöterich-Gesellschaft nimmt Aufnahme 1 (Tab. 1) ein. Wegen der zahlreichen Steppen-Arten und der hohen Artmächtigkeit (3) von *Artemisia brevifolia* wurde die Aufnahme früher in der Tabelle 1 (Nr. 5) mit den Steppen-Gesellschaften der subalpinen Stufe aufgeführt (HARTMANN, 1987). Weil in diesem Bestand aber auch *Bistorta affinis* mit hoher Artmächtigkeit auftritt und ausserdem Arten wie *Myosotis asiatica*, *Veronica lanosa* oder auch *Draba cachemirica* (mit Artmächtigkeit 2) doch eher mesophilere Verhältnisse anzeigen, ist diese Aufnahme — mit Betonung der Randlage — in die vorliegende Tabelle übertragen worden.

Durch nicht weniger als 15 Differentialarten ist die Gesellschaft mit *Gentiana moorcroftiana* und *Cerastium cerastioides* ausgezeichnet. Von diesen fehlen — mit Ausnahme von *Pulsatilla wallichiana*, *Tanacetum tomentosum*, *Poa araratica* und *Primula elliptica* — alle übrigen der vorhin erwähnten subalpinen Steppe. Diese Artengruppe charakterisiert die höheren Lagen und vermittelt zu alpinen Rasengesellschaften.

Zu den Arten, welche die Gesellschaftsgruppe kennzeichnen, gehören, nebst *Bistorta* mit seiner höheren Artmächtigkeit, die stets vorhandene und meist häufige *Draba cachemirica*, *Androsace robusta* und ganz besonders *Gentiana tianshanica*. In keiner Aufnahme fehlen sodann *Leontopodium leontopodinum*, *Festuca alaica* und *Dianthus anatolicus*. Auch *Koeleria macrantha* und *Rosularia alpestris* sind mit sehr hoher Stetigkeit vertreten.

Während die dominierende Stellung von *Bistorta affinis* in Gesellschaft I der tieferen Lagen sehr auffällig in Erscheinung tritt (Photo 1), ist eine solche in Gesellschaft II kaum mehr ausgeprägt. Die 3 Aufnahmen (Nr. 6-8) sind aber soweit verschieden, als der Bestand Nr. 7 als einziger auf einer Bodenunterlage stockt, in der nebst einem geringen Schluffanteil eine starke Carbonatreaktion registriert werden konnte. Der Carbonatgehalt an jener Aufnahmestelle ist dem Umstand zuzuschreiben, dass ungefähr 50 m weiter oben die kristallinen Schiefer an der Oberfläche Kalkschichten aufliegen, von denen im Laufe der Zeit Material herunterrutschte und sich dann mit Schieferschutt gemischt hat. Nur an solchen Stellen war *Festuca olgae* vorherrschend anzutreffen.

Salix karelinii-Gebüsch. — Aufnahme 8 stellt insofern eine Besonderheit dar, als es sich von aussen betrachtet um ein Weiden-Gebüsch handelt, in dem *Salix karelinii* mehr als die Hälfte der Bodenoberfläche einnimmt. Die vollständige Artenliste zeigt aber, dass sich keine weitere Art finden lässt, die eine Eigenständigkeit dieser Gebüsch-Vegetation zu begründen vermöchte. Es ist also eigentlich ein Bestand der Gesellschaft mit *Gentiana moorcroftiana* und *Cerastium cerastioides*, der von *Salix karelinii* überdacht ist. Anderseits wäre es anmassend, aufgrund einer einzelnen Aufnahme eine allgemeingültige Aussage über die Gesellschaft mit *Salix karelinii* in diesem Gebiet geben zu wollen!

Leider erlaubte es die Zeit nicht, im Tal östlich von Kartse weiteres Aufnahmematerial zum subalpin-alpinen Weidengebüsch zusammenzutragen. Eines aber steht fest: die nordexponierten Talseiten sind in den oberen Lagen der sonst von *Bistorta affinis* beherrschten Vegetation stellenweise in grösseren und kleineren Flächen von *Salix karelinii* besetzt. An den gegenüberliegenden Abhängen fehlt die gleiche Gebüsche-Vegetation vollständig. Am selbst untersuchten Standort wird die Weide kaum höher als 2 m. Gegen die obere Grenze (ca. 4200 m ü.M.) hin nimmt die Grösse der Sträucher rasch ab und das Gebüsche lockert sich auf (Photo 2). Vermutlich hat das *Salix*-Gebüsche in diesem Abschnitt sein nördlichstes Vorkommen; es dürfte auch in den ostwärts anschliessenden Landesteilen weiter nördlich gelegenen Gebieten fehlen.

Dass dieses Weiden-Gebüsche in Ladakh auf die niederschlagsreichsten Gebiete im Süden und Südwesten unmittelbar nördlich der Himalaykette begrenzt ist, wurde bereits früher angedeutet (HARTMANN, 1972). Diese Gebüscheformation am Übergang zur alpinen Stufe ist als Klimax-Gesellschaft zu betrachten. Grossflächiger und dichter präsentieren sich entsprechende Bestände z.B. an der Nordflanke der Nun Kun-Kette. In jenem ost-west verlaufenden Hochtal des Suru River sind vereinzelte kleine Gruppen von *Salix karelinii* im Gebiet von Gulmatungo auch in ± südexponierter Hanglage angetroffen worden; sie scheinen dort aber auf wasserzügige Stellen im Boden beschränkt zu sein.

Im Drastal genügen die Niederschläge sogar noch östlich von Dras, um in entsprechender Höhenlage und Exposition das Weiden-Gebüsche aufkommen zu lassen. Oberhalb des Dorfes Yasghun begegnete ich auf ca. 3600 m ü.M. Frauen, die auf dem Rücken Reisigbündel von *Salix karelinii* aus den höheren Lagen ins Tal herunter trugen.

Vergleich mit Salix karelinii-Gebüsche im Karakorum. — In den viel weiter entfernten Bergen des zentralen Karakorum (Nord-Pakistan) nördlich des Indus sind die Verhältnisse ähnlich, aber nicht gleich. Im oberen Braldotal und dessen Seitentäler bedecken ausgedehnte Bestände von *Salix karelinii* in bevorzugter Nord- und Nordostlage Berghänge zwischen 3700 und 4300 m ü.M. An keinem der besuchten Orte wurde je Weiden-Gebüsche in SE-, S-, oder W-Exposition angetroffen. Im Vergleich zu Ladakh wirkt das *Salix*-Gebüsche des Karakorum üppiger, ist aber artenärmer (mittlere Artenzahl von 7 Aufnahmen: 25). Die Moosschicht ist besser ausgebildet und wahrscheinlich reichhaltiger an Arten, der Boden humusreicher. Auch die Artengarnitur der Blütenpflanzen lässt gegenüber Ladakh auf mesophilere Verhältnisse schliessen. Nach oben hin wird dieses Gebüsche von dicht geschlossenen alpinen Rasen abgelöst, in denen *Carex tristis* und *Festuca alatavica* strukturbildend hervortreten (*Caricion tristis*). Ein Vergleich in der floristischen Zusammensetzung zwischen Gebüsche und angrenzenden Rasen lässt auch für jene Gebiete die Vermutung aufkommen, das *Salix karelinii*-Gebüsche sei im wesentlichen ein von Weiden-Sträuchern überdachter Rasen des *Caricion tristis*-Verbandes. Die genauere Analyse lässt jedoch Abweichungen erkennen. So ist beispielsweise der Unterschied in der Ausbildung einer Moosschicht unverkennbar. In der weniger dichten Krautschicht im Schatten der Sträucher (mittlerer Deckungsgrad nahezu 80%) vermögen sich zahlreiche Moose und einige Flechten besser zu entfalten als dies im dichteren Rasen der Fall ist. Weitere Angaben dazu finden sich bei HARTMANN, 1972.

Ein Vergleich der Aufnahme Nr. 8 (Tabelle 1) mit den Aufnahmen aus der *Salix karelinii*-Gesellschaft des Karakorum (HARTMANN, 1972, Tab. 3) in bezug auf die floristische Zusammensetzung zeigt, dass von den Arten, die in den 7 Aufnahmen aus dem Karakorum mindestens zweimal auftreten, deren 12 auch im vergleichbaren Bestand des Tales östlich Kartse vorkommen. Die meisten der übrigen Arten sind ebenso in Ladakh heimisch und fehlen auch den Gebieten des südlichen Dras- und Surutales nicht. Sie sind aber an anderen Standorten, in anderen Gesellschaften zu finden, wohl ein Beweis dafür, dass das unterschiedliche Artengefüge nicht auf geographischen sondern ökologischen Ursachen beruht.

Lebensformen. — Das Lebensformspektrum der Gesellschaft I ist dem der subalpinen Steppe mit *Artemisia brevifolia* nicht unähnlich. Der hohe Anteil an Hemikryptophyten von fast 60% wird bei Berücksichtigung des Deskungsgrades mit der starken Dominanz von *Bistorta affinis* durch den Chamaephytenanteil verwischt. Im Spektrum der Gesellschaft II trifft dies nicht mehr zu, weil einerseits die Dominanz von *Bistorta* deutlich reduziert ist und anderseits fast alle Differentialarten Hemikryptophyten sind. Von den 15 aufgeführten Trennarten sind nur gerade *Gentiana moorcroft-*

tiana und *Cerastium cerastioides* keine Hemikryptophyten. Damit zeichnet sich auch in der Verteilung der Lebensformen eine Annäherung an Rasengesellschaften der alpinen Stufe ab. Weil der Bestand mit *Salix karelinii* (Nr. 8, Tab. 1) nicht separat behandelt wurde, ist der Anteil der Nanophanerophyten bei Berücksichtigung des Deckungsgrades (I II in Abb. 1) wenig aussagekräftig.

Standort. — An den besuchten Örtlichkeiten ist die Gesellschaftsgruppe mit *Bistorta affinis* ausschliesslich in nordwest- und nord- bis nordostexponierten Hanglagen anzutreffen. Die an der Bodenoberfläche sich wirksam ausbreitenden Kriechtriebe bilden die Grundlage für den ausgedehnten Spalierwuchs, aber auch für eine erfolgreiche vegetative Vermehrung des Knöterichs (Abb. 2). Durch die sich bewurzelnden ausläuferartigen Kriechtriebe wird der Schutt�oden auch gefestigt. Überall, wo der Knöterich dominiert, wird er überdies — mehr als alle andern Arten — zu einem Faktor, der den Standort selber stark beeinflusst. In Mulden und auf Terrassen, wo der Schnee allzu lange liegen bleibt, wird die Gesellschaft von kurzwüchsigen Rasen verdrängt.

Gegenüber angrenzenden Steppen ist der Boden unter Beständen von *Bistorta* in der Regel tiefergründig und humusreicher. Die meist dunkelgefärbte Feinerde ist oft sehr kompakt gelagert und kann im Skelettgehalt stark variieren. Eine sichtbare Horizontbildung ist jedoch kaum ange deutet. Als Gesteinsunterlage überwiegen Schutt�oden aus verschiedenartigen Paragneisen. Die gemessenen pH-Werte schwanken zwischen 5.5 und 6.1 (KC1) bzw. 5.9 und 6.6 (H₂O). Der Carbonatnachweis mit verdünnter Salzsäure fiel nur am Untersuchungsort von Nr. 6 positiv aus; leider wurde an dieser Stelle der pH-Wert nicht ermittelt, der gerade dort höher sein müsste. Auf die Ursache dieses Carbonatgehalts ist bereits hingewiesen worden. Äußerlich fällt jener Bestand durch die Dominanz der kräftigen Horste von *Festuca olgae* auf.

Allerorts sind die Spalierrasen mit *Bistorta affinis* einer intensiven Beweidung ausgesetzt, sowohl durch Ziegen-Schafherden wie auch durch Rinder und Dzo.

2.2. *Gesellschaft mit dominierender Carex melanantha (Tabelle 2) und Fragmente anderer Rasen*

Die in Tabelle 2 zusammengefassten drei Aufnahmen stammen von folgenden Örtlichkeiten:

- Nr. 1. Von Norden mündendes Seitentälchen westlich Gulmatungo (Sanmodangsa), 4240 m ü.M. C-Horizont: rostbraun anwitternde Gneise als Schutt; relativ tiefgründiger, braunerdeartiger Aufbau wie in Nr. 2.
- Nr. 2. Gleicher Hang und geologische Unterlage wie in Nr. 1, 4190 m ü.M.; A-Horizont (5-10 cm) dunkelbraun, feinsandig-glimmerreich, ± skelettfrei; B-Horizont (bis 50 cm) hellgrau braun, feinsandig-glimmerig, skelettarm; pH-Wert in 5 cm: 4.4 (KC1), 4.9 (H₂O); in 20 cm: 4.1 (KC1), 4.7 (H₂O).
- Nr. 3. Gleicher Seitental wie Nr. 1 und 2, 4300 m ü.M. C-Horizont: Blockschutt aus vorwiegend hellfarbenen Gneisen. Boden stellenweise steinig und flachgründiger als in Nr. 1 und 2.

Rasen der hier beschriebenen Zusammensetzung wurden in Ladakh bisher erst im Hochtal des Suru River, das sich nördlich des Nun Kun von Osten nach Westen erstreckt, untersucht. Die drei Aufnahmestellen liegen im gleichen Seitentälchen, das westlich der Flurbezeichnung von Gulmatungo (Sanmodangsa) aus nördlicher Richtung ins Haupttal mündet. Trotz der spärlichen Grundlagen ist anzunehmen, dass solche Rasen in den niederschlagsreicherem Randgebieten an vergleichbaren Standorten der unteren alpinen Stufe auch anderweitig anzutreffen sind.

Struktur, floristische Charakteristik. — Durch ihren dichten und relativ hohen Wuchs erhalten Bestände mit *Carex melanantha* ein wiesenartiges Aussehen (Photo 3). Mindestens 3/4 der Bestandesfläche wird von der Segge eingenommen, deren frisch-hellgrüne Farbe die Gesellschaft aus grosser Entfernung gegenüber angrenzenden Rasen und Schuttfluren hervorhebt. Neben der alles dominierenden *Carex* treten ohne genaueres Hinsehen nur wenige der Begleitarten stärker hervor, sei es durch den höheren Wuchs, wie *Alopecurus arundinaceus* und *Rheum webbianum* oder durch das intensivere Blau ihrer Blüten, wie *Aconitum violaceum* und *Geranium himalayense*.

Mit den 12-16 Arten pro 100 m² stehen die artenarmen Seggenwiesen der Gesellschaft mit *Calamagrostis epigejos* und *Carex moorcroftii* in der Variante mit *Piptatherum laterale* am nächsten

(HARTMANN, 1987, Tab. 5). Vermutlich liesse sich diese Artenkombination durch zahlreiche gemeinsame Arten mit jener der Gesellschaftsgruppe von *Festuca kashmirensis* und *Poa suriana* (Tab. 5, 1987) in einer Gesellschaft höheren Ranges (Verband, Ordnung?) zusammenfassen? Rasen, in denen *Carex moorcroftii* eine mit *Carex melanantha* vergleichbare Dominanz erreichen kann, scheinen auf einigermassen ebene Lage des Talbodens beschränkt zu sein. Anderseits haben die beiden Carices nicht nur dieselbe Wuchsform, sie stehen sich auch verwandtschaftlich sehr nahe; KÜKENTHAL (1909) z.B. betrachtete *Carex moorcroftii* als Varietät von *Carex melanantha*.

Obwohl auch die Rasen der Talsohle sehr homogen wirken, erreichen sie im Deckungsgrad nie ganz die praktisch höchsten Werte der Bestände von *Carex melanantha*. Ein Vergleich im floristischen Gefüge zeigt, dass von den Arten, die in den 7 Aufnahmen der Gesellschaft mit *Calamagrostis epigejos* und *Carex moorcroftii* wenigstens zweimal aufgeführt sind, deren 6 auch in mindestens zwei von drei Aufnahmen der Tabelle 2 auftreten. Von den letzteren zeichnen sich folgende in der erwähnten Gesellschaft von Tabelle 5 (1987) durch eine Stetigkeit von über 50% aus: *Geranium himalayense*, *Festuca kashmirensis*, *Epilobium angustifolium* und *Poa suriana*, Arten mit einer eher weitgespannten ökologischen Amplitude. Von den übrigen, die in Tabelle 2 mindestens zweimal vorkommen, dürfen — mit Ausnahme vielleicht von *Aconogonium tortuosum* — wohl alle als Zeiger frischer bis feuchter Böden eingestuft werden. Im Gegensatz dazu sind von den häufigeren Arten der Gesellschaft mit *Calamagrostis* und *Carex moorcroftii*, die Tabelle 2 fehlen, doch recht zahlreiche Indikatoren ariderer Bedingungen, wie beispielsweise: *Veronica biloba*, *Polygonum polycnemoides*, *Arabis tibetica*, *Koeleria macrantha* und *Nepeta discolor*.

Standort. — Die selber untersuchten Rasen mit *Carex melanantha* nehmen eine stärker geneigte, ± südexponierte Hanglage ein. Aufnahmefläche Nr. 3 liegt in einer sehr flachen Hangmulde. Der verhältnismässig tief- oder mittelgründige Boden über einer Unterlage aus Gneisschutt zeigt einen braunerdeartigen Aufbau (s. Beschreibung der Örtlichkeit Nr. 2). Die skelettfreie Feinerde fühlt sich frisch-feucht an, was — im Hinblick auf die Hanglage — auf eine gewisse Wasserzügigkeit im Untergrund schliessen lässt. Die gemessenen pH-Werte variieren zwischen 4.1 und 4.4 (KC1) bzw. 4.7 und 4.9 (H₂O).

Eine höchstens sporadische Beweidung dürfte an den Aufnahmestellen von geringem Einfluss sein, nicht zuletzt auch deshalb, weil die zähen Triebe der vorherrschenden Segge den Weidetieren als Futter kaum begehrt sind.

Lebensformen. — Im Lebensformspektrum fällt der hohe Anteil der Geophyten auf, besonders bei Berücksichtigung des mittleren Deckungsgrades. Reine Geophyten sind zwar nur *Astragalus frigidus* und *Rheum webbianum*. Weil aber einige andere ihre Erneuerungsknospen nicht nur an der Erdoberfläche, sondern ebenso an unterirdischen Kriechtrieben ausbilden, wie z.B. *Carex melanantha* (Abb. 3), fällt der entsprechende Lebensformanteil stärker ins Gewicht.

Im untersuchten Teil des Surutales bedecken die wiesenartigen *Carex melanantha*-Bestände nirgends grösserflächig ganze Hänge. Als Spezialistengesellschaft ist dieser Rasentyp — ungeteilt der Exposition — an Standorte gebunden, deren Untergrund ganz lokal durch höhere Feuchtigkeit ausgezeichnet ist. Entsprechende Stellen finden sich auch im Haupttal, sogar in ausgesprochener Südlage. Weil die einzige Aufnahme eines solchen Standorts aber nicht in Tabelle 2 passt, sei die vollständige Liste mit den weiteren Standortsangaben separat aufgeführt: Aufn. Nr. 93: Rasen in flacher Hangmulde nördlich oberhalb Camp von Gulmatungo (Sanmodangsa), 4050 m ü.M. Expos. 20°S. Boden tiefgründig, mit bis 50 cm mächtiger schluffig-humoser, feucht anfühlender dunkelbrauner Feinerdeschicht, die in den obersten 20-30 cm schwarzbraun gefärbt ist und nach unten in rostbraun verwitterten Schutt übergeht; Untergrund: Blockschutt aus Gneisen; pH-Wert in 10 cm: 4.5 (KC1), 5.1 (H₂O); Vegetationsbedeckung 100%; Aufnahmefläche 100 m²; Rasendecke etwas wulstig und vihwiegartig ausgetreten:

3 *Kobresia pamiroalaica* Iwan.

3 *Agrostis vinealis* Schreb.

2 *Aconitum violaceum* Jacq. ex Stapf

1 *Alopecurus arundinaceus* Poir.

1 *Rumex acetosa* L.

+ *Saussurea candoleana* (Wall. ex DC.) Clarke

+ *Cystopteris dickieana* R. Sim.

+ *Astragalus rhizanthus* Royle

+ cf. *Turritis glabra* L. (Nr. 2183)

+ *Veronica biloba* L.

1	<i>Bupleurum longicaule</i> Wall. ex DC. var. <i>himalayense</i> C. B. Clarke	+ <i>Selinum papyraceum</i> C. B. Clarke
1	<i>Lomatogonium carinthiacum</i> (Wulf.) A. Br.	+ <i>Stellaria palustris</i> Retz
1	<i>Epilobium laxum</i> Royle	r <i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.
1	<i>Primula denticulata</i> Smith	r <i>Rheum webbianum</i> Royle
1	<i>Tanacetum longifolium</i> Wall. ex DC.	Moose ca. 5% deckend:
1	<i>Poa suruana</i> Hartm.	1 <i>Bryum capillare</i> Hedw.
1	<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karst.	1 <i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) Schw.
+	<i>Brachyactis pubescens</i> (DC.) Aitch.	1 <i>Dicranella cervicalis</i> (Hedw.) Schimp.
+	<i>Pedicularis bicornuta</i> Klotzsch	1 <i>Pohlia longicolla</i> (Hedw.) Lindb.
+	<i>Geranium himalayense</i> Klotzsch	

Die floristische Besonderheit der vorliegenden Aufnahme erlaubt es nicht, dieselbe einer der beschriebenen Gesellschaften zuzuordnen. Durch 8 gemeinsame Arten steht der Bestand Nr. 93 der Gesellschaft mit *Carex melanantha* am nächsten und dies wohl auch in den Standortsansprüchen. Im Anteil gemeinsamer Arten ist dies aber nicht mehr als $\frac{1}{3}$ der Bestandesliste; ebensoviele Gemeinsame finden sich auch in Tabelle 5 (1987) der Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana*. Trotz höherer Artmächtigkeit von *Kobresia pamiroalaica* (3) besteht — mindestens floristisch — gar keine Beziehung zu den *Kobresia*-Rasen am Pensi La (Tabelle 3), denn ausser *Kobresia* und *Lomatogonium carinthiacum* lassen sich hier keine weiteren gemeinsamen Sippen aufzählen.

Ohne Zweifel repräsentiert Aufnahme Nr. 93 eine Rasengesellschaft relativ feuchter, humusreicher Böden. Von den 24 notierten Gefässpflanzen sind — mit Ausnahme von *Brachyactis pubescens*, *Astragalus rhizanthus*, *Veronica biloba* und *Rheum webbianum* — alle übrigen Arten, die in den selber untersuchten Gebieten von Ladakh ± frische oder feuchte Böden bevorzugen. Die feuchteren Standortsbedingungen dürften durch die vier auffälligeren Moose bestätigt sein, auch wenn dieselben an der Vegetationsbildung keinen wesentlichen Anteil haben.

Im Gebirgszug, der von der Hauptkette aus in Richtung Kargil Dras- und Suratal voneinander trennt, wurden im Grenzbereich zur alpinen Stufe Rasen über wasserzügigem Untergrund angetroffen, deren Artengarnitur im Vergleich zu bisher beschriebenen Rasen recht verschieden ist. Weil diese Artenlisten sich ebenso wenig in irgend eine der übrigen bekannten Gesellschaften einordnen lassen, seien auch sie an dieser Stelle separat aufgeführt. Die beiden Bestandesaufnahmen wurden im Seitental westlich Sanku durchgeführt:

Aufn. Nr. 61. — Westlich oberhalb Sanku, 3880 m ü.M. Expos. 25°E; Untergrund: Blockschutt aus relativ weichen Paragneisen; Feinerde schluffig, aber kompakt; oberste ca. 10 cm schwärzlich-grau, frisch. Probe in 5 cm Tiefe stellenweise mit sehr schwacher Carbonatreaktion; pH-Wert: 7.1 (KCl), 7.6 (H₂O); Probe in 15 cm: Carbonatreaktion = 0; pH-Wert: 6.5 (KCl), 7.2 (H₂O). Deckungsgrad der Gefässpflanzen ca. 90%, Moose ca. 5%. Aufnahmefläche 50 m².

Aufn. Nr. 63. — Ca. 400 m südwestlich von Aufnahmestelle Nr. 61, 4030 m ü.M. Expos. 25°SE; Gesteinsuntergrund und Bodenverhältnisse wie in Nr. 61. Vegetationsbedeckung ca. 85%, Moose unbedeutend, nicht berücksichtigt. Aufnahmefläche 60 m².

		Aufnahme-Nr. 61 63
H	<i>Kobresia royleana</i> (Nees) Boeck.	4 4
H	<i>Leontopodium leontopodium</i> (DC.) Hand.-Mazz.	2 2
H	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.	2 1
H	<i>Festuca kirilowii</i> Steudel	1 2
H (G)	<i>Oxytropis lapponica</i> (Wahl.) Gay ¹	1 1
H (G)	<i>Polygonum viviparum</i> L.	2 +
H	<i>Epilobium laxum</i> Royle	+ +
T	<i>Gentiana leucomelaena</i> Maxim.	+ +
H	<i>Inula rhizocephala</i> Schrenk var. <i>rhizocephaloidea</i> Kit.	+ +
H	<i>Parnassia laxmannii</i> Pallas ex Schult.	+ +
H	<i>Taraxacum</i> sp.	+ +
H, G	<i>Carex pseudofoetida</i> Kük.	1 .
H	<i>Swertia thomsonii</i> Clarke	+ .
T	<i>Gentiana moorcroftiana</i> Wall.	+ .
T	<i>Gentiana carinata</i> Griseb.	+ .
Ch	<i>Salix flellaris</i> Andersson	+ .

H	<i>Potentilla argyrophylla</i> Wall. var. <i>leucochroa</i> Hook. f. ....	.	+
Ch, H	<i>Sibbaldia cuneata</i> Kunze ....	.	+
H (G)	<i>Anaphalis nepalensis</i> (Spreng.) Hand.-Mazz. ....	.	+
H	<i>Plantago himalaica</i> Pilger ....	.	+
H, G	<i>Poa pratensis</i> L. ....	.	+
H	<i>Potentilla multifida</i> L. ....	.	r
Moose			
	<i>Bryum caespititium</i> Hedw.	1	—
	<i>Bryum capillare</i> Hedw.	1	—
	<i>Bryum argenteum</i> Hedw. s.l.	1	—
	<i>Distichium cf. inclinatum</i> (Hedw.) BSG	1	—
	<i>Anisothecium</i> sp.	1	—
	<i>Pohlia minor</i> Schleich. ex Schw.	+	—

¹Übergangsform zu *O. humifusa* Kar. & Kir.

Die stellenweise deutlich grobwulstige Verformung der Bodenoberfläche ist vermutlich durch die sporadische Einwirkung von Bodenwasser bedingt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren beide Rasenflächen sehr stark abgeweidet, sodass eventuell vereinzelte Arten übersehen worden sind!

Kaum eine der aufgeführten Arten ist auch in Trockenrasen oder gar in Steppen anzutreffen, ausgenommen vielleicht *Potentilla argyrophylla*, *Potentilla multifida*, *Poa pratensis* und *Anaphalis nepalensis*; alle übrigen sind Zeiger feuchter oder zumindest frischer Böden. Von den beiden Aufnahmeflächen vertritt Nr. 61 mit den Moosen den etwas feuchteren Standort.

Die Besonderheit dieser Artenkombination ist vermutlich auch geographisch und nicht allein ökologisch bedingt. So weit westlich handelt es sich in dieser Höhenlage zugleich um die nördlichsten selber untersuchten Rasen-Standorte. Zu den vorhin beschriebenen Seggen-Wiesen mit *Carex melanantha* bestehen gar keine Beziehungen in der Flora. Außerdem ist der Boden unter den Rasen mit *Kobresia royleana* viel flachgründiger, die humusreiche Feinerdeschicht schwächer ausgebildet. Mit 8 gemeinsamen Arten ist die floristische Ähnlichkeit zur Gesellschaft mit *Bistorta affinis* noch am grössten; je 7 Arten finden sich auch in Tabelle 3 (alpine Rasen mit *Kobresia pamiroalaica*) und in Tabelle 7 mit den hochalpinen Rasengesellschaften von *Potentilla sericea* und *Poa koelzii*.

2.3. Alpine Rasen mit *Kobresia pamiroalaica* am Pensi La (Tabelle 3)

In Ladakh ist *Kobresia pamiroalaica* Ivan. (syn. *K. deasyi* C. B. Clarke) in sehr unterschiedlichen Landesteilen, von Westen bis in die östlichsten Randgebiete als wichtiges strukturbildendes Element in Rasen bis zur Vegetationsgrenze über 5000 ü.M. angetroffen worden. Nach eigener Feststellung sind es in der hochalpinen Stufe in der Regel ± nordexponierte Hanglagen oder dann — eventuell lokal bedingt — eher feuchtere Standorte. Nach Beschreibungen aus Tibet tritt die Art auch dort zwischen 4000 und 5000 m ü.M. bestandbildend in Erscheinung. Für West Xizang wird sie als "a principal component of swamp meadows" bezeichnet (ZHANG JINGWEI, 1982).

Die Rasen am Pensi La, in denen *Kobresia pamiroalaica* in der Regel vorherrscht, bilden in der unteren alpinen Stufe anscheinend die Klimax-Vegetation. Die Aufnahmestellen zu Tabelle 3 liegen in einem relativ eng begrenzten Raum von wenigen Quadratkilometer, und weil die Gesellschaft in dieser Form auf ebene bis schwach geneigte Hanglagen begrenzt ist, liegen alle Örtlichkeiten innerhalb der gleichen 100 m zwischen ca. 4300 und 4400 m ü.M.:

- Nr. 1. Pensi La, 4340 m ü.M., grosse Ebene westlich der Seen; C-Horizont: meterdicke Schwemmsand-Schicht; darüber bis 1 m mächtige skelettfreie, feinsandig-schluffige, bis an Oberfläche feucht anfühlende Feinerde von ocker- bis dunkelbrauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 5.0 (KC1), 5.4 (H₂O).
- Nr. 2. Pensi La, 4350 m ü.M., westlich des westlichsten Sees; C-Horizont: Moränenschutt aus verschiedenen Gneisen; darüber 10-20 cm tiefe feinsandig-schluffige, nahezu skelettfreie Feinerdeschicht von ockerbrauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 3.9 (KC1), 4.6 (H₂O).
- Nr. 3. Pensi La, 4330 m ü.M., am östlichen Rand vor dem Abfall ins Tal des Doda River; C-Horizont: Blockschutt aus hellfarbenen Gneisen; dunkelbraune Feinerdeschicht ca. 20 cm

tief, nahezu skelettfrei, feinsandig-schluffig, bis nahezu an Oberfläche feucht anfühlend; pH-Wert in 10 cm: 4.1 (KC1), 4.5 (H₂O).

- Nr. 4. Pensi La, 4360 m ü.M., oberhalb des östlichsten Sees; Gesteinsuntergrund: vermutlich Gneise; skelettarme Feinerdeschicht 30-40 cm tief, ohne sichtbare Horizonte, feinsandig-schluffig, hellocker-braun; pH-Wert in 10 cm: 3.8 (KC1), 4.7 (H₂O).
- Nr. 5. Pensi La, 4360 m ü.M., östlich über dem östlichen grösseren See; Gesteinsuntergrund: Schutt aus Gneisen, bedeckt von ca. 70 cm mächtiger Schwemmsand-Schicht; letztere schluffig-feinsandig, skelettfrei, von hellockergrauer Farbe; schwach erkennbare Schichtung durch Ablagerung bedingt, bis ca. 15 cm unter Oberfläche feucht; Feuchtigkeit nach unten zunehmend; pH-Wert in 10 cm: 4.3 (KC1), 5.0 (H₂O); in 20 cm: 3.9 (KC1), 4.8 (H₂O); in 40 cm: 4.1 (KC1), 4.8 (H₂O), s. Photo 9.
- Nr. 6. Weiter östlich und höher als Aufn. Nr. 5, in Hanglage, 4370 m ü.M.; Moränenschutt (Gneise) von ca. 50 cm mächtiger Schwemmsandschicht bedeckt ähnlich Nr. 5; bis ca. 10 cm unter Oberfläche feucht.
- Nr. 7. Pensi La, 4380 m ü.M., östlich oberhalb des östlichsten Sees; C-Horizont: Blockschutt aus Gneisen und dunklen Schiefern; dunkelbraune, feinsandig-schluffige Feinerdeschicht skelettarm, aber mit relativ viel Gestein durchsetzt; Bodenoberfläche zu mehr als 1/2 mit losem Gestein bedeckt; pH-Wert in 10 cm: 5.7 (KC1), 6.1 (H₂O).
- Nr. 8. Pensi La, 4370 m ü.M., östlich oberhalb des westlichsten Sees; C-Horizont: Blockschutt aus grauem, braun anwitterndem Schiefer; Feinerdeschicht kompakt, sehr steinig (ca. 50%), dunkelbraune Feinerde schluffig-feinsandig; pH-Wert in 10 cm: 5.1 (KC1), 5.8 (H₂O); Bodenoberfläche zu ca. 1/3 mit Blockschutt bedeckt.
- Nr. 9. Pensi La, 4350 m ü.M., nahe Ostrand des westlichsten Sees; Gesteinsuntergrund: Moränenschutt (vermutlich Gneise) von mächtiger Schwemmsand-Schicht bedeckt; Feinerde skelettfrei, schluffig-feinsandig, braun, ergibt mit verd. Salzsäure sehr schwache Carbonatreaktion; pH-Wert in 10 cm: 7.0 (KC1), 7.4 (H₂O).
- Nr. 10. Pensi La, 4360 m ü.M., südöstlich vom Nordrand des grössten Sees; C-Horizont: Moränenschutt aus Gneisen; Feinerdeschicht flachgründig, skelettfrei, schluffig-feinsandig, von ockerbrauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 4.5 (KC1), 5.1 (H₂O).
- Nr. 11. Pensi La, 4350 m ü.M., südöstlich des grössten Sees; C-Horizont: Blockschutt aus hellfarbenen Gneisen; darüber mittelgründig Feinerdeschicht mit skelettärmer, schluffig-sandiger Feinerde von ockerbrauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 4.4 (KC1), 5.0 (H₂O).
- Nr. 12. Pensi La, 4380 m, ü.M., ca. 1 km westlich des westlichsten Sees; C-Horizont: Moränenschutt aus Gneisen; Feinerdeschicht 0-20 cm tief, stellenweise bis zur Oberfläche steinig; Feinerde skelettarm, feinsandig-schluffig, braun; ca. 1/4 der Bodenoberfläche steinig; pH-Wert in 10 cm: 4.0 (KC1), 4.4 (H₂O).

Der Pensi La (La = Pass) verbindet das breite Talbecken von Rangdum im östlichen Suratal mit dem Tal des Doda River in Zanskar. Die Höhen des Pensi La zwischen 4300 und 4400 m ü.M. vermitteln eher den Eindruck einer weiten, stellenweise flachgewellten Hochebene als den des gewohnten Passüberganges (Photo 5, 6). Verschieden ausgeprägte Moränenwälle sowie 5 Seen unterschiedlicher Grösse bereichern das Landschaftsbild.

Struktur, floristische Charakteristik. — Wo die Vegetationsdecke von aussen keine Störung erfahren hat, wirken die Rasen stets auffallend homogen (Photo 7). Nirgends wird jedoch ein vollständiger Vegetationsschluss erreicht; im Mittel resultiert ein Deckungsgrad von nahezu 80%. Auf eine Fläche von 100 m² trifft es im Durchschnitt 15 (15.3) Arten. Deutlich zeichnet sich die Vorherrschaft der rasenbildenden Hemikryptophyten auch im Lebensformspektrum ab (Abb. 1). Die Gleichförmigkeit der lockeren Rasen ist vor allem durch die starke Dominanz von *Kobresia pamiroalaica* bedingt, deren Horste an den optimalen Wuchssorten am Pensi La kaum höher als etwa 20 cm werden. Durch ihre intravaginal erneuerten Triebe wachsen die Horste im Laufe der

Jahre langsam radial nach aussen. Mit dem Absterben der ältesten Triebe kann es im Inneren zu einer altersbedingten Auflichtung mit Humusbildung kommen (s. Photo 8) und damit zu einem neugeschaffenen Kleinstandort, der bald wieder von andern Arten besiedelt wird.

Zur charakteristischen Artenkombination der *Kobresia*-Rasen am Pensi La zählen ausser *Kobresia pamiroalaica*, *Saxifraga flagellaris*, *Rodiola wallichiana*, *Cerastium cerastoides*, *Trisetum spicatum* und *Saussurea falconeri*, Arten, die frische oder eher feuchte Böden bevorzugen. Mit einer Stetigkeit von über 50% vertreten sind ferner: *Leontopodium leontopodinum*, *Poa versicolor*, *Potentilla argyrophylla* und *Oxytropis cachemiriana*. Durch die Trennarten-Gruppe von *Thalictrum alpinum* bzw. *Psychrogeton andryaloides* lassen sich zwei Varianten der Gesellschaften unterscheiden, die in den ökologischen Ansprüchen nicht ganz übereinstimmen. Variante I besiedelt offensichtlich die etwas feuchteren Wuchsorte, was durch die drei Differentialarten *Thalictrum alpinum*, *Primula minutissima* und *Sibbaldia cuneata* dokumentiert wird, die eindeutig als Feuchtezeiger zu betrachten sind. Mit einem mittleren Deckungsgrad von 82.5% (75-95%) ist der Vegetationsschluss etwas dichter als in Variante II mit 75.8% (65-85%).

Standort. — Als Unterlage des oft braunerdeartigen Bodens bilden Moränenschutt oder Gehängeschutt (Blockschutt!) aus verschiedenartigen Gneisen oder auch eine relativ mächtige Schwemmsand- und -schluffauflage den C-Horizont. Wie bereits erwähnt, sind die hier beschriebenen *Kobresia*-Rasen auf einigermassen ebene oder schwach geneigte Hanglagen begrenzt. Wo der Hangfuss am südlichen und nördlichen Rand der Pass-Hochfläche ein Gefälle von 10-15° übersteigt, werden die Schutthänge von andern Gesellschaften besiedelt, insbesondere von der Gesellschaft mit *Nepeta discolor* und/oder *Festuca kashmiriana* (Tabelle 4).

Der Standort von Variante I ist insgesamt durch etwas feuchtere Bodenverhältnisse gegenüber dem von Variante II ausgezeichnet. Die Bodenfeuchtigkeit ist einerseits durch die Dauer der Schneedecke expositionsbedingt und anderseits durch den Anteil an Schluff- und Tonfraktionen vom Boden selbst beeinflusst. So kann z.B. ein Boden auch in wenig geneigter SW-Exposition (Nr. 4, Tabelle 3) für die Ausbildung von Variante I durchaus noch genügen, wenn er durch eine mittelgründige, skeletarne Feinerdeschicht ausgezeichnet ist. Anderseits kann sich aber auch in NW- und NE-Exposition Variante II einstellen (Nr. 10 und 11, Tabelle 3), wenn der Hang steiler und die Feinerdeschicht nur flachgründig ausgebildet ist.

Zur Zeit der Feldarbeiten fühlte sich die Feinerde an den Aufnahmestellen von Variante I fast durchwegs bis oder nahe an die Oberfläche feucht an. Die Feinerdeschicht ist an diesen Örtlichkeiten insgesamt auch skelettärmer und tiefergründig. Photo 9 vermittelt einen Eindruck vom Bodenprofil der Aufnahmestelle Nr. 5. Die tiefgründige Schwemmschicht aus Feinsand und Schluff lässt eine in der Farbe wenig ausgeprägte Schichtung erkennen, die durch Ablagerung bedingt ist. In einer Tiefe von etwa 5-20 cm durchzieht die Hauptwurzelschicht das Substrat. Vereinzelte Wurzeln sind sogar zuunterst bei 60-65 cm erkennbar.

Unter- und Oberboden an den Aufnahmeorten von Variante II sind insgesamt flachgründiger, oft skelettiger oder auch steiniger. Ausnahmsweise ist auch die Oberfläche zu mehr als 50% mit losem Gestein bedeckt. Seltener als in Variante I bildet eine mächtige Schwemmschicht über Moränenschutt den Untergrund wie in Aufnahmefläche Nr. 9, wo auch — allerdings als Ausnahme — bei pH-Werten von 7.0 (KCl) und 7.4 (H₂O) mit verd. Salzsäure ein sehr schwacher Carbonatgehalt nachgewiesen wurde. An den übrigen 11 Aufnahmestellen wurden pH-Werte zwischen 3.8 und 5.7 (KCl) bzw. 4.4 und 6.1 (H₂O) gemessen (Mittel 4.5 (KCl) und 5.1 (H₂O)).

Nur in einer Aufnahmefläche (Nr. 10) aufgeführt, dort aber mit grösserer Häufigkeit, ist *Kobresia capillifolia*. Dieser Bestand erinnert auch in bezug auf den windgefegten Standort unmittelbar unter einem vegetationslosen Gratrücken entfernt an Elyneten der europäischen Alpen. Wo ein Moränenwall in eine Senke übergeht, lassen sich die verschiedenen Feuchtigkeitsgrade im Artengefüge ablesen. So repräsentiert Aufnahme Nr. 11 der Variante II am Hang die trockeneren Verhältnisse, während in der Senke darunter Bestände der feuchteren Variante mit *Thalictrum alpinum* sich behaupten. An den feuchtesten Stellen aber stellt sich eine hier nicht näher beschriebene Variante mit Moosen, *Aconitum violaceum* und reichlich *Lomatogonium* ein, eine Artenkombination, die am Pensi La nur ganz vereinzelt angetroffen wurde.

Biotische Einflüsse. — In der letzten Augustwoche 1979 waren am Pensi La mit Ausnahme von Murmeltieren keinerlei Weidetiere zu sehen. Aufgrund der Tritts- und Dungspuren ist jedoch

anzunehmen, dass die *Kobresia*-Rasen zeitweise einer intensiven Beweidung durch Tierherden ausgesetzt sind. An etwas stärker geneigten Hanglagen, wie z.B. den Rasen von Aufnahme Nr. 10, sind schwach ausgetretene Viehweglein deutlich erkennbar. Ausserdem führte über den Pensi La von jeher eine wichtige Route für Pferde- und Eselkarawanen zwischen Kishtwar und Zanskar einerseits und Kargil andererseits. In neuer Zeit haben Trekker-Gruppen, die im ebenen Gelände der Passhöhe ideale Campingbedingungen vorfinden, zu einer Intensivierung des Verkehrs beigetragen.

2.4. Blockschuttgesellschaft mit Nepeta discolor und/oder Festuca kashmiriana am Pensi La (Tabelle 4)

Wo die von *Kobresia pamiroalaica* beherrschten Böden am Pensi La ein Gefälle von etwa 15° erreichen, werden die *Kobresia*-Rasen von der Gesellschaft mit *Nepeta discolor* und/oder *Festuca kashmiriana* abgelöst. Solche Voraussetzungen finden sich natürlich vor allem dort, wo die Pass-Hochebene seitlich in die begrenzenden Berghänge übergeht. Diese Abhänge sind im untern Teil wie am Hangfuss überall von Blockschutt bedeckt, auf dem sich bei ungestörter Vegetationsentwicklung die hier beschriebene Gesellschaft bilden konnte (Photo 10). Die einzelnen Aufnahmeörtlichkeiten lassen sich wie folgt beschreiben:

- Nr. 1. Pensi La, 4380 m ü.M. Westrand des westlichsten kleinen Sees, an grossflächigem Moränenhang; C-Horizont: Blockschutt aus Gneisen; Feinerdeschicht (braun) zwischen gröberem Gestein skelettreich, sehr kompakt; Oberfläche zu ca. 1/2 von Steinblöcken bedeckt; pH-Wert in 10 cm: 4.8 (KC1), 5.4 (H₂O)
- Nr. 2. Pensi La, 4380 m ü.M. Südlich des grössten Sees; C-Horizont: Moränen-Blockschutt aus verschiedenen Gneisen; Feinerdeschicht kompakt, steinig-skelettreich, Feinerde (Anteil ca. 1/3) sandig-schluffreich von dunkel ockerbrauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 4.9 (KC1), 5.5 (H₂O); ca. 1/3 der Bodenoberfläche von Gesteinsblöcken bedeckt.
- Nr. 3. Pensi La, 4360 m ü.M. Östlich oberhalb des grössten Sees; C-Horizont: braun anwitternde Gneise — insbesondere Sericitschiefer — als Blockschutt; Oberboden sehr steinig mit geringerem Feinerdeanteil; letzterer feinsandig-schluffig, grau-braun; Bodenoberfläche grösserenteils von mittelgrobem und grobem Schutt eingenommen; Feinerde ergibt mit verd. Salzsäure eine sehr schwache Carbonatreaktion; pH-Wert in 10 cm: 7.0 (KC1), 7.6 (H₂O).
- Nr. 4. Pensi La, 4360 m ü.M. Östlich des östlichen grossen Sees an der Ostseite unter der Kuppe eines grossen Moränen-Hügels; Untergrund: Blockschutt aus vorwiegend hellen Orthogneisen; Oberboden mit hohem Feinerdeanteil (schluffig, ockerbraun, ± skelettig), stellenweise mittelgründig; pH-Wert in 10 cm: 5.4 (KC1), 5.9 (H₂O).
- Nr. 5. Pensi La, 4330 m ü.M. Östlichster grosser Moränenwall vor Abfall zum Gletscher; Untergrund: Blockschutt aus vorwiegend gerundeten, hellfarbenen Gneisblöcken; Oberboden aus feinem und grobem Schutt mit Feinerde vermischt; letztere ± skelettig, feinsandig mit Schluff, ockerbraun; pH-Wert in 10 cm: 4.2 (KC1), 4.8 (H₂O).
- Nr. 6. Pensi La, 4430 m ü.M. Nördlich oberhalb des grössten Sees; Untergrund: braun anwitternde Schiefer und Gneise als Blockschutt; Oberboden: steinig, sehr schuttreich mit skelettiger, etwas feinsandiger aber wenig Schluff enthaltender, sericitreicher Feinerde von graubrauner Farbe, die mit verd. Salzsäure eine starke Carbonatreaktion ergibt; pH-Wert in 10 cm: 7.4 (KC1), 7.9 (H₂O). Bodenoberfläche fast ganz mit ± losem Blockschutt bedeckt.
- Nr. 7. Pensi La, 4410 m ü.M. Östlich oberhalb des grössten Sees; Untergrund: Blockschutt aus braun anwitternden Gneisen (bes. Sericitschiefer); Oberboden mit hohem Anteil an dunkelbrauner, feinsandiger, skelettreicher Feinerde; pH-Wert in 10 cm: 6.1 (KC1), 6.6 (H₂O); Oberfläche zu ca. 60% mit Blockschutt bedeckt.
- Nr. 8. Pensi La, 4370 m ü.M. Östlich oberhalb des östlichsten Sees; Untergrund: stark gefestigter Felsblockschutt aus vorwiegend hellfarbigen Gneisen; Oberboden mit hohem Anteil an schwärzlichbrauner, feinsandiger, ± skelettiger Feinerde zwischen mittelgroßen Steinblöcken; pH-Wert in 10 cm: 6.5 (KC1), 7.0 (H₂O).

Floristisch ist die Blockschuttgesellschaft mit *Nepeta discolor* leicht von den *Kobresia*-Rasen abzugrenzen. *Kobresia pamiroalaica* fehlt zwar nicht ganz, ist dann aber nur vereinzelt und oft mit reduzierter Vitalität zu finden. Als Trennarten, die in mindestens 60% der Aufnahmen von Tabelle 4 vorkommen und den *Kobresia*-Rasen nahezu oder vollständig fehlen, können folgende aufgezählt werden: *Nepeta discolor*, *Festuca kashmiriana*, *Geranium himalayense*, *Artemisia brevifolia*, *Bistorta affinis* sowie *Elymus longe-aristatus* und *Piptatherum laterale*. Mit Ausnahme von *Geranium* und *Bistorta* prägt gerade diese Gruppe zusammen mit *Poa versicolor* und *Psychrogeton andryaloides* die etwas xerophileren Ansprüche der Gesellschaft.

Als wichtigste Arten erweisen sich — durch die hohe Stetigkeit wie durch ihre Artmächtigkeit — *Nepeta discolor* und *Festuca kashmiriana*. Dabei fällt auf, dass letztere gerade an den beiden Aufnahmestellen (Nr. 3 und 6) fehlt, wo der Boden durch einen Carbonatgehalt der Feinerde ausgezeichnet ist. Interessant ist ferner die Tatsache, dass die oft dominierende Stellung von *Festuca kashmiriana* in dem Fall gleichsam von *Festuca olgae* eingenommen wird, einem wichtigen bestandbildenden Schwingel, der insgesamt wahrscheinlich basische und neutrale Böden bevorzugt (Man vergleiche in dem Zusammenhang auch Tabelle 1, Aufn. Nr. 7).

Ausserdem gibt es einige Arten, die in der *Kobresia*-Gesellschaft mit höherer Stetigkeit vertreten sind, in der Blockschuttgesellschaft mit *Nepeta discolor* jedoch fehlen oder nur ganz vereinzelt vorkommen, wie die Kennarten-Gruppe von *Kobresia pamiroalaica* mit *Saxifraga flagellaris*, *Cerastium cerastioides*, *Trisetum spicatum* und *Saussurea falconeri*, ferner *Leontopodium leontopodium* und *Trachydium roylei* sowie die Differentialartengruppe von *Thalictrum alpinum* mit *Primula minutissima* und *Sibbaldia cuneata*, die ganz eindeutig feuchtere Standortsbedingungen anzeigen.

Mit Hilfe der Trennartengruppen von *Oxytropis cachemiriana* und *Lindelofia stylosa* lassen sich die Varianten A und B auseinanderhalten, die eventuell als eigene Assoziationen oder mindestens als Subassoziationen aufgefasst werden können. Vermutlich sind die Unterschiede auf abweichende Bodenverhältnisse zurückzuführen (s. unten). Mit 23 Arten pro 100 m² ist Variante B durch den relativen Artenreichtum gegenüber Variante A mit durchschnittlich etwa 15 Arten pro Aufnahmefläche deutlich verschieden. Auch der mittlere Deckungsgrad ist in B mit 77.5% um einiges höher als in A mit 62.5%!

Wie bereits erwähnt, erfordert die hier beschriebene Blockschuttgesellschaft im Gebiet des Pensi La eine Hanglage, die unabhängig von der Exposition mindestens etwa 20° Gefälle aufweist (Photo 10). Der gefestigte Blockschutt als Untergrund ist zur Hauptsache aus oft verschiedenenartigen Gneisen zusammengesetzt. Marmor- oder Kalkgesteinbrocken waren direkt nirgends zu sehen; trotzdem konnte an zwei Aufnahmestellen (Nr. 3 und 6, Tabelle 4) mit verd. Salzsäure ein Carbonatgehalt in der Feinerde nachgewiesen werden. Dementsprechend wurden in Proben dieser Örtlichkeiten die höchsten pH-Werte gemessen: 7.0 und 7.4 (KC1) bzw. 7.6 und 7.9 (H₂O). Bei einem Mittel von 4.8 (KC1) bzw. 5.4 (H₂O) variieren die übrigen pH-Werte in Variante A zwischen 4.2 und 5.4 (KC1) bzw. 4.8 und 5.9 (H₂O). In Variante B dagegen ergab die Messung nahezu neutrale Werte: 6.1 und 6.5 (KC1) bzw. 6.6 und 7.0 (H₂O). Die meist dunkelbraune, ± humose Feinerde des Oberbodens ist in der Regel skelettreich und bis zur Oberfläche mit Steinen durchsetzt; deshalb erweckt auch die Bodenoberfläche einen auffallend steinigen Eindruck. Mindestens 1/3, meist aber mehr als die Hälfte der Fläche wird jeweilen von Steinblöcken eingenommen; seltener liegt Blockschutt ± lose an der Oberfläche.

Trotzdem die Blockschuttfluren wie die angrenzenden *Kobresia*-Rasen zeitweise einem starken Weideeinfluss durch Tierherden ausgesetzt sein dürften, kommt es auf der steinigen Bodenunterlage auch an relativ steilen Halden nicht zur Bildung von Viehweglein.

Die beiden Varianten unterscheiden sich in den Bodenverhältnissen insofern, als der Oberboden der Aufnahmestellen von Variante B sich durch einen auffallend höheren Anteil dunkel- bis schwärzlichbrauner Feinerde auszeichnet. Ganz allgemein finden sich unter der Vegetationsdecke der Blockschuttgesellschaft mit *Nepeta discolor* und/oder *Festuca kashmiriana* verschiedene Übergangsstadien zwischen einem Ranker und einer schwach entwickelten alpinen Rasenbraunerde. Dabei entspricht der Boden von Variante B wohl eher einem Zwischenstadium zur Rasenbraunerde, während derjenige von Variante A als flach- bis mittelgründiger Ranker anzusprechen ist.

Vermutlich bestehen zwischen den beiden Gesellschaften auch geringe Unterschiede in den Feuchtigkeitsansprüchen. So haben jedenfalls die Trennarten der Gruppe von *Oxytropis cachemiriana* in A doch deutlich xerophytischen Charakter. Auf einen ersten Blick hin wird man besonders jene Bestände, in denen *Festuca kashmiriana* dominiert, als Steppe betrachten. An einem grossen west-ost-verlaufenden Moränenwall am Pensi La war (1979) die nordexponierte Seite jeweils mit *Kobresia*-Rasen besetzt, während der südexponierte Abhang von einem steppenartigen Rasen entsprechend Aufnahme-Nr. 1 (Tabelle 4) bewachsen war (s. Abb. 4).

Zur Frage der soziologischen Zugehörigkeit ist vorläufig kaum Konkretes auszuführen. So bestehen keine näheren floristischen Beziehungen zu der auch auf Blockschutt stockenden Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum* im obersten Suratal nördlich der Nun Kun-Kette. Ebensowenig bestehen engere Beziehungen zu den Blockschuttgesellschaften mit *Artemisia salsoloides* und/oder *Lindelofia anchusoides*, welche im Suratal und in der benachbarten Provinz von Zanskar in der subalpinen Stufe anzutreffen sind. Indessen finden sich recht zahlreiche Arten, die auch in der Gesellschaftsgruppe von *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana* auftreten und ungefähr gleichviele, die mit Arten der Gesellschaftsgruppe von *Bistorta affinis* übereinstimmen!

3. Die Verhältnisse im östlichen Ladakh

Unter Ost-Ladakh wird hier jenes Gebiet verstanden, das ungefähr durch folgende Flussläufe begrenzt ist: den Indus im Norden, den Zanskar River im Westen, den Markha River im Süden und im Osten durch den Wasserlauf, der an der Nordflanke des Kongmaru La entspringt und bei Martselang in den Indus mündet (s. Abb. 5). Dieses Areal aus der nördlichsten Randzone der Zanskar Mountains umfasst eine Fläche von ungefähr 1800 km². Weil der Abschnitt westlich der Linie Shingo-Kanda La-Yurutse-Indus nicht besucht werden konnte, ist der Raum, für den die vorliegenden Vegetationsaufnahmen einigermassen repräsentativ sein können, etwas kleiner, ca. 1200 km². Anderseits dürften die Verhältnisse im Südosten, über die Berge des Kang Yaze hinaus in Richtung Rupshu kaum rasch ändern.

In geographischer Hinsicht liegen die Aufnahmestellen aus dieser Region zur Hauptsache in vier verschiedenen Gebieten, die in der Luftlinie gemessen, mindestens 15 km und maximal etwa 35 km voneinander liegen. Weil diese Lokalitäten aber durch mindestens eine bis mehrere hohe Bergketten voneinander getrennt sind, kommt dem reinen Distanzunterschied für die Frage der Verschiedenartigkeit von Flora und Vegetation keine allzu grosse Bedeutung zu. Allein die in Tabelle 7 unterschiedenen Gesellschaften sind z.T. auf ein bestimmtes Einzugsgebiet begrenzt. So ist die Gesellschaft Ia mit *Potentilla fruticosa* var. *pumila* und *Nepeta discolor* innerhalb der vier Untersuchungsgebiete bisher nur in der Gegend von Matho Phu nachgewiesen worden.

Die Hochlagen von Matho Phu bilden das östliche obere Einzugsgebiet des ungefähr Süd-Nord-verlaufenden Seitentales von Matho, dessen Wasser nördlich davon dem Indus zufliesst. Nebst den hier beschriebenen Rasen stellt vor allem die alpine Steppe mit *Acantholimon lycopodioides* einen wichtigen Sommerweideplatz dar für Dzo und Yak, aber auch für Schafe und Ziegen der Einwohner von Matho (vgl. HARTMANN, 1987, p. 304).

Die Aufnahmen der Gesellschaft mit *Draba oreades* oder *Gentiana leucomelaena* (Ib in Tabelle 7) verteilen sich auf die obere alpine Stufe von Stok Phu (Nr. 4-6) sowie auf die Nordseite des Kanda La (Nr. 7). Stok Phu, ungefähr nördlich des Stok Kangri (6121 m ü.M.) gelegen, umfasst im wesentlichen das südlichste Einzugsgebiet des Flusslaufs, der nördlich von Stok in den Indus mündet. Der nahezu 5000 m hohe Kanda La verbindet das Industal über Rumbak und Yurutse im Norden und Shingo auf der Südseite des Passes mit dem Markhatal. Von denselben Örtlichkeiten (Stok Phu, Kanda La) stammen die beiden Bestandeslisten (Nr. 18 und 19, Tabelle 7), welche zusammen die Gesellschaft ohne besondere kennzeichnende Arten vertreten. Mit der Darstellung der alpinen Steppengesellschaften sind auch diese Lokalitäten bereits früher kurz beschrieben worden (HARTMANN, 1987).

Völliges Neuland stellt jedoch das Markhatal dar, das im östlichsten Abschnitt mit dem Hochtal von Nimaling landschaftlich und botanisch besonderes Interesse erweckt. Beim Aufstieg von Westen steigt der Pfad hinter dem letzten Dorf Hankar etwas steiler zur nur im Sommer bewohnten

kleinen Siedlung von Tchatchutse an. Die wenigen dürftigen Steinhütten liegen inmitten bewässerter Wiesen und Gerstenfelder auf nahezu 4400 m ü.M. (Photo 12). Ausserhalb der kleinen Oase aber herrscht — soweit das Auge reicht — die alpine Steppe in der Ausbildung mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum* (Tabelle 5, Photo 13). Gelegentlich ist die Steppe weiter oben — so z.B. im südlichen Seitentälchen oberhalb Tchatchutse, aber auch in höherer Lage des Haupttales — vom Zwerggebüsch der *Caragana versicolor* unterbrochen. Seltener fällt in dieser Vegetation die Vorherrschaft *Lonicera spinosa* zu, wie dies für die oberen, steileren Hanglagen im erwähnten Seitentälchen zutrifft. Kleinflächige, zeitweise oder auch permanent von Wasser durchrieselte Stellen nahe des Bachlaufs sind von Rasen besetzt, in denen oft *Kobresia royleana* dominiert.

Ein entscheidender Landschaftswandel, der auch mit einem auffälligeren Wechsel in der Pflanzendecke verbunden ist, vollzieht sich beim Übergang ins Hochtal von Nimaling auf ungefähr 4700 m ü.M. Innerhalb der für Ausländer zugänglichen Landesteile stellt dieses Hochtal eine neuartige, besonders reizvolle Landschaft dar, eine Landschaft, wie sie dem westlicheren Ladakh gänzlich fehlt. Das breite Tal, das zugleich die oberste Stufe und den Anfang des Markhatales im Osten bildet, vermittelt mit seinen weitflächigen, weichen Formen vielmehr schon einen Eindruck, wie er in der östlichsten Provinz Rupshu und im eigentlichen Westtibet schliesslich vorherrscht (Photos 14, 15, 16). Die aus der Ferne kahl wirkenden Hochflächen sind jedoch mit einer dichteren und artenreicherem Pflanzendecke versehen als sie die alpine Steppe mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum* in der vorangehenden Höhenstufe darstellt. Deshalb erweist sich das ganze Gebiet von Nimaling trotz der beachtlichen Höhenlage (die Talsohle liegt auf mindestens 4750 m ü.M.) als eine äusserst wertvolle Sommerweide für Ziegen und Schafe, in den höheren Lagen bis zur Grenze der zusammenhängenden lückigen Rasen auch für Yak. Die Hirten wohnen mit ihren Familien den ganzen Sommer über in einfachen Steinhütten.

Der Hauptanteil dieser hochalpinen Weideflächen entfällt auf die Rasengesellschaften mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* (II in Tabelle 7). Einzig auf der rechtsufrigen, südwest-exponierten Talseite ist der steilere untere Hangteil des sehr breiten, verflachten Taltroges zur Hauptsache vom Zwerggebüsch der *Caragana versicolor* bestockt (Tabelle 6). Diese Bestände erstrecken sich aufwärts bis zur wenig auffälligen Trogschulter bei ca. 4900 m ü.M. Der stark abgeflachte Teil darüber ist von der trockeneren Variante (IIb, Tabelle 7) der Gesellschaft bewachsen. Oberhalb 5000 m lösen sich die lückigen aber einigermassen zusammenhängenden Rasen rasch auf. Die oberste, isolierte Aufnahmefläche auf der Südseite des Kongmaru La liegt bei 5100 m ü.M. Bis zur Passhöhe auf 5200 m ü.M. finden sich nur noch wenige und ganz vereinzelt wachsende Schuttpflanzen, unter denen nebst *Nepeta longibracteata* ganz besonders *Delphinium brunonianum* (Photo 11) als Häufigste auffällt.

Weil sich keine Gelegenheit mehr bot, auch auf der Nordseite des Passes detailliertere Untersuchungen durchzuführen, sei mit wenigen skizzenhaften Anmerkungen auf die sehr unterschiedlichen Verhältnisse hingewiesen. Nebst dem überwältigenden Ausblick auch auf die Berge nördlich des Indus, steht der ausserordentlich steile Nordabfall vom Kongmaru La in krassem Gegensatz zur Südseite. Die von schroffen Felsen durchzogene Nordflanke mit leicht rutschendem Schutt lässt in den obersten 200 m kaum eine Pflanze aufkommen. Erst bei ca. 4900 m ü.M. zieht sich der Weg durch ausgedehnte Schuttfuren mit *Rheum tibeticum*, *Delphinium brunonianum*, *Biebersteinia odora* u.a. An und zwischen Steinblöcken leuchten die anemonenartigen Blüten von *Potentilla ambigua* und auf stärker gefestigtem Blockschutt wird man plötzlich von *Cremanthodium ellisi* überrascht, dessen margeritenartige Blütenkörbe zu Tausenden eine Zeitlang den Weg säumen.

Bis auf eine Höhe von ungefähr 4900 m ü.M. halten sich *Caragana*-Bestände auch auf der Nordseite des Kongmaru La. Auf losem Feinschutt kann *Aconogonium tortuosum* Bestände bilden, begleitet von *Nepeta longibracteata*, *Lindelofia anchusoides*, und an offensichtlich nitrophileren Stellen tritt *Urtica hyperborea* nicht selten herdenweise auf.

Das schluchtartige Tal in Richtung Chogdo und Sumdo ist im obersten Abschnitt am steilsten. Bei etwa 4700 m ü.M. ist der linksufrige, sehr steile Hang vorwiegend mit *Caragana* bewachsen. Wo jedoch loser Schieferschutt den Untergrund bildet, herrscht das saftige Grün von *Aconogonium tortuosum* nicht anders, als wie dieser Knöterich mit seiner auffälligen Farbe die weitflächigen Schutthänge auf vergleichbarer Höhe östlich des Stok La prägt. Die nicht minder steilen Abhänge

gegenüber in West-Exposition sind über gefestigtem Blockschutt von steppenartigem Rasen besetzt, in dem *Festuca olgae* vorherrscht.

Für die abwechslungsreiche Schlucht-Szenerie zwischen 4700 und ca. 4400 m seien folgende bemerkenswerte Arten genannt: in den höheren Lagen ist *Aconogonium tortuosum* zuweilen noch mit *Thermopsis inflata* vermischt; oft dabei finden sich *Dracocephalum heterophyllum* und *Rheum tibeticum*; gelegentlich anzutreffen sind *Saussurea glanduligera* und *Parrya nudicaulis*. Seltener entzücken ganze Herden blühender Geranien-Büsche (*Geranium himalayense*) in von Wasser durchsickertem Geröll den Wanderer. Bis auf 4400 m ü.M. findet sich nicht selten die hochwüchsige, weissblühende *Potentilla salesowiana*, erst weiter unten dagegen die strauchige Margerite *Chrysanthemum tibeticum*. Talabwärts stellt sich dann häufiger auch *Stachys tibetica* ein, der schliesslich auf gefestigtem altem Blockschutt in der gleichnamigen Gesellschaft mit *Eritrichium canum*, *Tanacetum fruticosum*, *Heracleum pinnatum*, *Silene moorcroftiana* u.a. bestandbildend auftritt.

3.1. Alpine Steppe und Gesellschaft mit Caragana versicolor im östlichsten Markhatal

Zu Beginn der vorliegenden Studie war beabsichtigt gewesen, die Vegetationsbeschreibungen im Rahmen dieser Arbeit auf die alpinen Rasengesellschaften zu beschränken. Weil damit aber das übrige, wenn auch spärliche Aufnahmematerial der letzten Reise (1987) aus dem doch wenig bekannten Markhatal kaum veröffentlicht worden wäre, schien es angezeigt, dasselbe an dieser Stelle zu berücksichtigen. Infolgedessen war es nachträglich nicht mehr möglich, z.B. das Lebensformspektrum der alpinen Steppengesellschaft in die vergleichende Übersicht von Abb. 1 einzufügen.

Sowohl die eigentliche alpine Steppe in Form der Gesellschaftsgruppe mit *Potentilla bifurca* und *Elymus longe-aristatus* als auch das Zerggebüsch von *Caragana versicolor* fehlen in dieser Form den westlichen Landesteilen. Wie bereits ausgeführt wurde (HARTMANN, 1987), tritt diese xerophile Vegetation erst in östlichen Gebieten Ladakhs landschaftsprägend hervor. Im östlichen Ladakh zwischen Indus und Markhatal steht für die alpine Stufe die reine Steppenvegetation flächenmäßig im Vordergrund; sie ist lokal aber in unterschiedlichem Ausmass von Zergstrauch-Beständen der *Caragana versicolor* unterbrochen. Letztere haben vermutlich mancherorts im Laufe der Zeit durch menschliche Einwirkungen an Areal eingebüsst.

3.1.1. Alpine Steppe mit Stipa breviflora und Tanacetum fruticosum (Tabelle 5)

Alle Artenlisten der Tabelle 5 wurden in der näheren und weiteren Umgebung von Tchatchutse zwischen ungefähr 4350 und 4600 m ü.M. aufgenommen (Photo 12, 13). Die Frage, wie weit die damit erfasste Vegetation als alpine Steppe repräsentativ ist, bleibt deshalb offen. Auf Grund des aus der Ferne gesehenen Umfeldes sowie einer flüchtigen Musterung der Steppe entlang des Weges nach Nimaling dürfte die hier gegebene Darstellung im wesentlichen mindestens für den hinteren Abschnitt des Markhatales Gültigkeit haben. Nicht klar ersichtlich ist der Verlauf der oberen Grenze der Steppe in jenem Teil des Haupttales, weil das weitgehend felsige Gelände in höheren Hanglagen weder Steppe noch Rasen aufkommen lässt. Fest steht jedoch, dass die alpine Steppe am Übergang ins Hochtal von Nimaling auf einer Höhe von etwa 4700 m m ü.M. allmählich von Rasen der Gesellschaftsgruppe mit *Potentilla sericea* und *Poa koelzii* abgelöst wird.

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 5:

- Nr. 1. SE oberhalb Tchatchutse (Markhatal), 4560 m ü.M. Untergrund: Block-Geröllschutt aus vorwiegend Gneisen, Granit und Schiefer. Reiner Rohboden wie in Aufn. Nr. 3. Wie überall sehr starke Beweidung!
- Nr. 2. W der bewässerten Rasen und Kulturen von Tchatchutse, 4340 m ü.M. Untergrund: Schutt aus kalkhaltigen Schiefern von hellgrau-blauer Farbe. Oberboden gut gefestigt mit skelett- und schluffreicher Feinerde; an Oberfläche viel mittelgrober Schieferschutt. Probe aus 10 cm: mit verd. Salzsäure sehr starke Reaktion; pH-Wert: 7.5 (KCl), 7.9 (H₂O).
- Nr. 3. Südöstliches Seitental oberhalb Tchatchutse, 4550 m ü.M. Untergrund: Block-Geröllschutt aus vorwiegend Gneis und Granit aber auch Schiefer. Rohboden mit sehr skelettreicher, viel

Feinsand und Schluff enthaltender Feinerde, sehr kompakt. Probe aus 10 cm: mit verd. Salzsäure sehr starke Reaktion; pH-Wert: 7.5. (KC1), 7.9 (H₂O).

- Nr. 4. S über den Kulturen von Tchatchutse, ca. 4360 m ü.M. Geologischer Untergrund und Beschaffenheit des Rohbodens wie in Aufn. Nr. 2, Hang jedoch steiler, aber leicht begehbar, weil Boden gut gefestigt.
- Nr. 5. S oberhalb Tchatchutse, 4530 m ü.M. Untergrund: Schutt aus Schiefer, Gneis, Granit und Sandstein. Rohboden mit sehr skelettiger, feinsandiger und schluffreicher Feinerde.
- Nr. 6. S oberhalb Tchatchutse, 4590 m ü.M. Untergrund: Schutt (Block- bis Feinschutt) aus Paragneisen und Schiefer; im Gegensatz zu Nr. 1 und 2 ohne Geröll. Oberboden sehr kompakt, sehr skelettreich, aber schluffreicher und staubiger als in Nr. 1 und 2. Sehr starke Carbonatreaktion; pH-Wert in 10 cm: 7.4 (KC1), 7.8 (H₂O).

Mit den 5 Arten: *Krascheninnikovia*, *Potentilla bifurca*, *Artemisia gmelinii*, *Euphorbia tibetica* und *Elymus longe-aristatus* ist die Zugehörigkeit zur Gesellschaft (Verband?) mit *Potentilla bifurca* und *Elymus longe-aristatus* augenfällig. Neu innerhalb der Gesellschaftsgruppe sind *Stipa breviflora*, *Tanacetum fruticosum* und *Allium przewalskianum*; sie können deshalb zusammen mit der in keiner Aufnahme fehlenden *Oxytropis microphylla* als kennzeichnende Artengruppe einer Gesellschaft in niedrigerem Rang (Assoziation?) betrachtet werden.

Im mittleren Deckungsgrad von nicht ganz 50% unterscheiden sich die drei Gesellschaften innerhalb der Gruppe praktisch nicht. Die mittlere Artenzahl der Gesellschaft mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum* ist nur unwesentlich grösser (10.6) als in der Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii* (9.2), jedoch bei weitem nicht so hoch wie in der *Acantholimon lycopodioides*-Steppe mit nahezu 17 Arten pro 100 m²!

Der Anteil der raunkiaerschen Lebensformen ist ähnlich, aber nicht ganz gleich wie in den beiden andern Gesellschaften der alpinen Steppe (vgl. auch HARTMANN, 1987, Abb. 2). Gegenüber der *Acantholimon*-Steppe fehlen — wie in der Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii* — die Thero-phyten. Im Anteil der Geo- und Chamaephyten ist die Ähnlichkeit zur Gesellschaft mit *Acantholimon* eher grösser. Praktisch gleichwertig stehen die drei Gesellschaften in bezug auf die Hemikryptophyten, deren Anteil 50%, bei Berücksichtigung des mittleren Deckungsgrades jedoch nur 1/3, in der Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii* sogar nur noch 1/4 beträgt.

Lebensformspektrum der alpinen Steppe mit Stipa breviflora und Tanacetum fruticosum unter Berücksichtigung der Artenzahl (Sp) und des mittleren Deckungsgrades (Dg) in %

	Sp %	Dg %
Thero-phyten	—	—
Geophyten	24.0	3.4
Hemikryptophyten	52.0	34.6
Chamaephyten	20.0	62.0
Nanophanerophyten	4.0	—

Der an allen Örtlichkeiten recht gleichartige Rohboden ist vermutlich einer Form der Gebirgs-trockenböden im Sinne von GANSSEN (1968) zuzuordnen. An den Aufnahmestellen bilden insbesondere Block- und Geröllschutt aus Gneisen, Granit und Schiefer, seltener Sandstein den Untergrund; in den Aufnahmeflächen Nr. 2 und 4 ist es Schutt aus kalkhaltigen Schiefern. Der skelett- und schluffreiche Oberboden ist stets gut gefestigt und oft sehr kompakt gelagert. Proben von drei Aufnahmeorten ergaben eine sehr starke Carbonatreaktion; der pH-Wert variiert zwischen 7.4 und 7.5 (KC1) bzw. 7.8 und 7.9 (H₂O). Auf Grund der sehr ähnlichen Beschaffenheit des Oberbodens in der alpinen Steppe des Untersuchungsgebietes darf wohl überall ein ± deutlicher Carbonatgehalt erwartet werden. Ob derselbe aber rein petrographisch-geologisch bedingt ist oder pedogenetisch, d.h. durch die für aride Gebiete charakteristische Hydrolyse von Silikaten mit anschliessender Carbonatisierung, bleibt fraglich; wahrscheinlich sind in dieser Höhenstufe des Markhatales beide Ursachen in Betracht zu ziehen.

Trotz der geringen Produktivität wird die alpine Steppe mit Sicherheit allerorts und intensiv von Weidetieren des Menschen genutzt.

3.1.2. Zwergstrauchgesellschaft von *Caragana versicolor* (Tabelle 6)

Wenige allgemeine Angaben über die *Caragana versicolor*-Gesellschaft sowie eine tabellarische Übersicht von Aufnahmen aus den Gebieten von Matho Phu und des Kanda La finden sich bei HARTMANN, 1987. Leider erlaubten es die Umstände nicht, anlässlich der Reise durchs Markhatal mehr als zwei Aufnahmen auszuführen. Dieselben stammen aus dem Hochtal von Nimaling. Um eine direkte Vergleichbarkeit mit den früheren Aufnahmen zu erleichtern, wurden letztere in Stetigkeitsklassen zusammengefasst und in Tabelle 6 als Kolonne 3 mit den beiden Aufnahmen von Nimaling vereinigt. Die beiden Örtlichkeiten lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Nr. 206. Rechtsufrige Talseite im Hochtal von Nimaling, 4800 m ü.M. Untergrund: vorwiegend Blockgeröll aus granitischem Gestein und geringerem Anteil kristalliner Schiefer. Schluffreicher, skelettiger Rohboden von sehr heller, leicht ocker getönter Farbe; an der Oberfläche durch den Tritt der Weidetiere überall stark aufgelockert. Ausserordentlich stark von Schaf- und Ziegenherden begangen, da Lage nahe bei Alphütten.
- Nr. 207. Gleiche Talseite wie Nr. 206, aber weiter östlich und höher als Nr. 206, 4860 m ü.M. Untergrund: ähnlich Nr. 206, zusätzlich Sandsteine. Bodenverhältnisse und Weidegang wie in Nr. 206; Feinerdeschicht stellenweise bis 30 cm mächtig. Carbonatreaktion mit verd. Salzsäure sehr schwach; pH-Wert in 10 cm: 7.1 (KCl), 7.7 (H₂O).

Im östlichsten Markhatal treten *Caragana*-Bestände von etwa 4400 m an aufwärts immer häufiger auf, zunächst vor allem entlang von Bachläufen, dann aber auch in Hanglagen. Das südwärts oberhalb Tchatchutse steil ansteigende Seitental ist sozusagen mit Blockgeröll ausgekleidet, auf dem ausgedehntere Bestände bis gegen 4600 m hinauf stocken. Wie früher erwähnt, überlässt dort *Caragana versicolor* stellenweise die Vorherrschaft *Lonicera spinosa*, einem andern Zwergstrauch.

Beim Aufstieg im hintersten Teilstück des Haupttales wird *Caragana* erst nahe am Übergang in die Ebene von Nimaling auch in wenig geneigter Hanglage etwas häufiger. Im eigentlichen Hochtal aber bildet der niedere Zwergstrauch grossflächig die Vegetation des rechtsufrigen Talhangs zwischen etwa 4750 und 4900 m ü.M., wie dies einleitend beschrieben wurde (Photos 14, 15, 16). Wo die dornigen, sehr flachen Büsche dicht zusammenschliessen, stellen sie ein undurchdringliches Dickicht dar, das im Durchschnitt kaum mehr als 20-30 cm und im Maximum etwa 40 cm Höhe erreicht. Die ausgedehnten Bestände sind aber durch sehr zahlreiche schneisenartige Zwischenräume begehbar, welche durch den andauernden, intensiven Weidegang der Schafe und Ziegen offen gehalten werden.

Auf den sehr starken Weidegang zurückzuführen ist vermutlich auch die auffallend geringe Artenzahl der beiden Aufnahmen. Am Hangfuss und damit am untern Rand der *Caragana*-Vegetation stehen die wenigen Steinhütten der Hirten. Dort wird jeden Abend die gemischte Herde aus Ziegen und Schafen für die Nacht zusammengetrieben, weshalb die Vegetation im Umkreis von wenigen hundert Meter einem besonders starken Druck ausgesetzt ist. Überdies darf angenommen werden, dass das Areal dieser Zwergstrauch-Bestände im Laufe der Zeit eine Reduktion erfahren hat, weil *Caragana* das einzige Brennholz in dieser Gegend liefert. Es ist aber mit Nachdruck darauf hinzuweisen, dass in solchen Weidegebieten stets der getrocknete Dung das wichtigste Brennmaterial darstellt. Das Ausgraben von Sträuchern ist zweifellos ein eher seltenes Ereignis. Meist werden dann am gleichen Ort nur einzelne Büsche entfernt. Während des mehrtägigen Aufenthalts im Tal von Nimaling waren wir einmal Zeugen, wie zwei Frauen nahezu eine Wegstunde westlich ihrer Hütten mit einer Hacke Sträucher von *Caragana* ausgruben.

Mit nur zwei Aufnahmen kann die Gesellschaft im Einzugsgebiet von Nimaling natürlich nicht beschrieben werden. Diese Stichprobe vermittelt nicht mehr als einen sehr flüchtigen Eindruck dieser Zwergstrauch-Formation. Immerhin bestärkt sich durch die insgesamt 9 Aufnahmen die Vermutung, dass auffallend wenige Arten sich durch eine höhere Stetigkeit auszeichnen. Ausserdem finden sich die meisten Taxa, die nun mindestens der Stetigkeitsklasse II angehören, auch ± häufig in der Gesellschaftsgruppe mit *Potentilla bifurca* und *Elymus longe-aristatus*. Für eine Abklärung der soziologischen Zusammenghörigkeit stehen vor allem aus der recht uneinheitlichen *Caragana*-

Gesellschaft zu wenig Aufnahmen zur Verfügung. In einer kennzeichnenden Artengruppe könnten provisorisch nebst *Caragana* folgende Arten zusammengefasst werden: *Poa jaunsarensis*, *Elymus nutans*, *Potentilla multifida*, *Kobresia royleana*, *Sedum tibeticum* und eventuell das Moos *Barbula vinealis*.

Nicht zu beantworten ist die Frage, warum *Caragana* an der gegenüberliegenden Talseite vollständig fehlt, denn in benachbarten Gebieten, wie z.B. oberhalb Tchatchutse und auf der Nordseite des Kongmaru La, gibt es *Caragana*-Bestände auch in nordexponierter Lage.

Der Untergrund des Gebirgstrockenbodens setzt sich zur Hauptsache aus granitischem Blockgeröll, aus kristallinen Schiefern und etwas Sandstein zusammen. An den Aufnahmestellen ist der Oberboden durch eine skelett- und schluffreiche bis 30 cm mächtige Feinerdeschicht ausgezeichnet, die durch den Tritt der Weidetiere überall stark aufgelockert ist. Die Probe aus der Aufnahmefläche Nr. 207 (Tabelle 6) ergab eine sehr schwache Carbonatreaktion und einen pH-Wert von 7.1 (KC1) bzw. 7.7 (H₂O).

3.2. Hochalpine Rasengesellschaften mit *Potentilla sericea* und *Poa koelzii* (Tabelle 7)

Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 7

- Nr. 1. Gebiet von Matho Phu, 4900 m ü.M. an oberer Grenze des zusammenhängenden Rasens; Untergrund: rötliche und grüne Sandsteine und Schiefer sowie Konglomerate als Schutt. Oberboden aus braunrotem, lehmreichem Schutt; Steine nehmen ca. 80% der Rasenoberfläche ein. Beweidung durch Yak; gleiche Vegetation noch mindestens 50 m höher!
- Nr. 2. Matho Phu, 4930 m ü.M. am Übergang zu alpinen Schuttfluren. Geol. Untergrund und Boden wie in Nr. 1; pH-Wert in 10 cm: 6.4 (KC1), 6.7 (H₂O).
- Nr. 3. Matho Phu, 4800 m ü.M. Geologie und Bodenverhältnisse wie in vorigen Aufnahmeflächen; Bodenoberfläche sehr steinig (mittlere und grobe Steine bedecken mindestens $\frac{1}{2}$ der Oberfläche!); rötliche Feinerde lehmig-schluffig mit wenig Skelett; pH-Wert in 10 cm: 5.9 (KC1), 6.4 (H₂O). Starke Beweidung durch Yak.
- Nr. 4. Zuhinterst im Tal von Stok Phu, 4740 m ü.M. Ausgedehnte steinige Rasen in sehr flacher und breiter Hangmulde; Untergrund: braune Sandstein-Schiefer; Oberboden: über großem Schutt bis ca. 40 cm tiefe dunkelbraune Feinerdeschicht, oberste 3-5 cm schwarzbraun; pH-Wert in 10 cm: 5.8 (KC1), 6.6 (H₂O). Zur Zeit von Yak und Pferden beweidet.
- Nr. 5. Südliches Seitentalchen im Tal von Stok Phu, 4750 m ü.M. Untergrund: Blockschutt aus grau-grünlichem Sandstein; darüber 20-40 cm tiefe, stark skelettige Feinerdeschicht von dunkelbrauner Farbe, oberste 5 cm schwärzlichbraun. Rasendecke leicht wulstig, sehr stark beweidet (Abb. 6).
- Nr. 6. Stok Phu, gleiches Seitentalchen wie Nr. 5, 4680 m ü.M. Untergrund wie Nr. 5; Feinerdeschicht sehr flachgründig (5-15 cm); schwarzbraune Feinerde sehr skelettreich; pH-Wert in 5 cm: 6.3 (KC1), 6.7 (H₂O). Sehr starke Beweidung.
- Nr. 7. Nordabhang des Kanda La, 4890 m ü.M. Untergrund: Schutt aus vorwiegend grünlich-grauem Schiefer; darüber 10-30 cm mächtige, humose, skelettreiche, grusige Feinerdeschicht von schokoladebrauner Farbe; Probe aus 10 cm: mit verd. Salzsäure sehr schwache Carbonatreaktion; pH-Wert: 6.8 (KC1), 7.2 (H₂O).
- Nr. 8. Hochtal von Nimaling, linke Talseite, ungefähr gegenüber den Alphütten, ca. 4860 m ü.M. Untergrund: vorwiegend granitische Geröllblöcke, auch Paragneise und Schiefer; Oberboden: 5-50 cm tiefe, humose Feinerde mit unterschiedlichem Skelettanteil, feucht, von schwärzlich-brauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 6.6 (KC1), 7.1 (H₂O). Zusammenhängende Rasen zwischen Gesteinsblöcken etwas wulstig, zeitweise von Wasser durchsickert, stark beweidet.
- Nr. 9. Linke Talseite von Nimaling, 5150 m ü.M. an oberer Grenze ± zusammenhängender Rasen; Untergrund: grobe, teilweise gerundete, vorwiegend granitische Blöcke, die auch zu

ca. $\frac{1}{3}$ die Bodenoberfläche einnehmen; darüber flachgründige, sandig-schluffige, sehr skelettreiche Feinerdeschicht von dunkelbrauner Farbe; pH-Wert in 10 cm: 6.5 (KC1), 7.0 (H₂O). Ausgesprochene Yak-Weide!

- Nr. 10. Linke Talseite von Nimaling, ca. 4870 m ü.M. nahe Aufn. Nr. 8, Boden aber trockener; Untergrund wie in Nr. 8; Gesteinsbrocken nehmen auch hier ca. $\frac{1}{3}$ der Oberfläche ein; dunkel grau-braune Feinerdeschicht bis ca. 35 cm tief, skelettreich, trockener als in Nr. 8; pH-Wert in 10 cm: 6.7 (KC1), 7.2 (H₂O).
- Nr. 11. Linke Talseite von Nimaling, 4920 m m ü.M. Untergrund wie in Aufn. Nr. 8; Bodenverhältnisse wie in Nr. 10, Feinerde jedoch skelettreicher; granitisches Blockgeröll nimmt nahezu $\frac{1}{2}$ der Bodenoberfläche ein; stark beweidete Rasen dieser Art kilometerweit gleichartig!
- Nr. 12. Höchstgelegene lückige Rasen auf der linken Talseite von Nimaling, 5170 m ü.M. Untergrund: Blockschutt aus Granit, Gneisen, Schiefer; Steine nehmen ca. 60% der Bodenoberfläche ein; humusarmer Rohboden sehr flachgründig mit grau-brauner, sandig-schluffiger, sehr skelettreicher Feinerde; pH-Wert in 10 cm: 6.7 (KC1), 7.3 (H₂O). Yak-Weide!
- Nr. 13. Rechte Talseite von Nimaling westlich unter Kongmaru La, 4960 m ü.M. Untergrund: gefestigter Schutt aus rötlichen und grünlichen Sandsteinen und Schiefern; Rohboden mit sehr skelettreicher Feinerde; pH-Wert in 5 cm: 7.3 (KC1), 7.7 (H₂O); mit verd. Salzsäure schwache aber deutliche Carbonatreaktion.
- Nr. 14. Oberste lückige Rasen auf rechter Talseite von Nimaling, südlich unter Kongmaru La, 5100 m ü.M. Untergrund: Schutt aus dunkelrötlichem, sandsteinartigem Schiefer; im Rohboden aus rötlichem Schutt überwiegen mittelgroße und feine Schiefertrümmer; pH-Wert in 10 cm: 6.8 (KC1), 7.4 (H₂O). An Oberfläche schwache Streifenboden-Struktur sichtbar (Soli-fluktion); Beweidung vermutlich ohne Bedeutung?
- Nr. 15. Talebene von Nimaling, ca. 4750 m ü.M. Untergrund: Schwemmsand und -Kies aus sehr verschiedenem Gestein; Rohboden etwas kiesig, mit schluffreicher, skelettiger Feinerde; Probe aus 10 cm: sehr starke Carbonatreaktion mit verd. Salzsäure; pH-Wert: 6.8 (KC1), 7.3 (H₂O). Sehr häufig von Weidetieren, Pferden und Mensch begangen!
- Nr. 16. Rechte Talseite von Nimaling, ca. 500 m westlich Aufn.fläche Nr. 13, 4930 m ü.M. Untergrund: Schutt und Blockschutt aus Granit, Gneis, Schiefer und Sandstein; Rohboden, in dem die schieferigen Anteile überwiegen. Weideeinfluss sehr stark (Ziegen und Schafe); in dieser Ausbildung über weite Flächen sehr homogen!
- Nr. 17. Rechte Talseite nordöstlich über den Alphütten von Nimaling, 4910 m ü.M. Am Übergang von der alpinen Steppe zum Rasen; Untergrund: grobes Geröll aus Granit, wenig Sandstein und Gneise; darüber sehr schluffreiche braune Feinerdeschicht; pH-Wert in 10 cm: 6.6 (KC1), 7.3 (H₂O). Intensive Beweidung durch Schafe und Ziegen.
- Nr. 18. Zuhinterst im Tal von Stok Phu, 4700 m ü.M. Untergrund: dunkelbraune Schiefer und Sandsteine; Oberboden aus kompaktem, 30-40 cm mächtigem, bräunlich-grauem Feinschutt; oberste ca. 3 cm etwas dunkler gefärbt; pH-Wert in 10 cm: 6.6 (KC1), 7.2 (H₂O). Bodenoberfläche z.T. wulstig verformt; sehr stark beweidet.
- Nr. 19. Südseite des Kanda La (gegen Shingo!), 4880 m ü.M. Untergrund: Schutt aus hell- und dunkelgrauem Schiefer sowie etwas Sandstein; schuttig-humose Feinerdeschicht 10-30 cm tief, obere 10-15 cm aus schwarzbrauner humoser Feinerde mit wenig Skelett; Probe aus 10 cm: mit verd. Salzsäure ziemlich starke Carbonatreaktion, pH-Wert: 7.4 (KC1), 7.8 (H₂O). Der nur fleckenweise existierende Rasen präsentiert sich als breitwulstige Vegetationsdecke.

Es ist schon an anderer Stelle (HARTMANN, 1987) ausgeführt worden, dass in Ladakh die sog. Höhenstufen (Klima- und Vegetationsstufen) am auffälligsten in westöstlicher Richtung ansteigen. Nach WISSMANN's Karte (1959) über den Verlauf der klimatischen Schneegrenze in Hochasien ist letztere für die untersuchten Gebiete im östlichen Ladakh auf einer Höhe von etwa

5600-5800 m ü.M. anzunehmen; sie verläuft damit nahezu 1000 m höher als im westlichsten Landesteil am Zoj La. Sogar innerhalb der selber untersuchten Gebiete Ost-Ladakhs scheint die Obergrenze der alpinen Stufe in östlicher und südöstlicher Richtung noch leicht anzusteigen. So wurden die obersten einigermassen zusammenhängenden Rasen, oft aber nur als Fragmente an lokal begünstigten Stellen auf Matho Phu, Stok Phu und am Kanda La, bei ungefähr 5000 m ü.M. angetroffen. Im Hochtal von Nimaling aber erreichen grössere, wenn auch aufgelockerte Rasenflächen in schwach geneigter, ± nordexponierter Hanglage eine Höhe von nahezu 5200 m ü.M.

In vertikaler Richtung liegen die extremsten Aufnahmestellen der 19 Örtlichkeiten rund 500 m auseinander (4680-5170 m ü.M.). Nur eine Stelle erreicht die Höhe von 4700 m nicht ganz! Im Durchschnitt liegen die Aufnahmeflächen der Tabelle 7 auf beinahe 4900 m ü.M. (4889 m).

Bei einem Mittel von ca. 15° (14) variiert die Hangneigung aller Aufnahmen zwischen 0 und 25°. Der Deckungsgrad in den Bestandesflächen erreicht im Durchschnitt 75% (74.7%) bei einer Variationsbreite zwischen 40 und 95%. Auf eine Aufnahmefläche trifft es im Mittel 17 (17.4) verschiedene Blütenpflanzen (9-24). Die mehrheitlich rankerartigen Böden verhalten sich in bezug auf den Säuregrad nahezu neutral; bei einer Spannweite von 5.8-7.4 (KC1) bzw. 6.4-7.8 (H₂O) liegen die durchschnittlichen pH-Werte bei 6.6 (KC1) und 7.1 (H₂O). Im Lebensformspektrum nehmen die Hemikryptophyten erwartungsgemäss eine Vorrangstellung ein, wie dies auch für andere Rasengesellschaften aus der alpinen Stufe zutrifft (Abb. 1).

Durch ähnliche ökologische Ansprüche können die in Tabelle 7 unterschiedenen Gesellschaften als Gesellschaftskomplex aufgefasst werden. In soziologischer Hinsicht stellt die Gesellschaftsgruppe mindestens einen Verband, wenn nicht eine Ordnung dar. Floristisch lassen sich die Gesellschaften durch gemeinsame kennzeichnende Arten zusammenfassen. Die 6. kennzeichnende Artengruppe mit *Potentilla sericea*, *Oxytropis humifusa*, *Poa koelzii* etc. zeichnet sich durch bemerkenswerte Einheitlichkeit aus. Jede der 19 Bestandesaufnahmen enthält mindestens 5, meist mehr der 8 gemeinsamen Arten. *Carex pseudofoetida*, die ebenfalls in nahezu allen Artenlisten aufgeführt ist, kann nicht der kennzeichnenden Gruppe zugeordnet werden, da diese Segge auch in wesentlich anderen Gesellschaften auftritt. Weil sich einzelne Gesellschaften der Tabelle 7 — wie Ib und IIb — durch geringere Einheitlichkeit auszeichnen, ist daran zu denken, dass umfangreicheres Aufnahmematerial möglicherweise eine weitergehende Differenzierung erfordern könnte.

3.2.1. Gesellschaft mit *Potentilla fruticosa* var. *pumila* und *Nepeta discolor* (Ia, Tabelle 7)

Durch die kennzeichnende Artengruppe 1 mit *Potentilla fruticosa* var. *pumila*, *Draba lanceolata* etc. ist die Gesellschaft Ia gegenüber andern Rasengesellschaften der hochalpinen Stufe floristisch klar fassbar. Arten, die andere hochalpine Gemeinschaften kennzeichnen, sind in den drei Bestandeslisten höchstens ganz vereinzelt vertreten.

Im Gebiet von Matho Phu bilden solche Rasen nach oben hin gleichsam die Fortsetzung der alpinen Steppe, in dem Fall der Gesellschaft mit *Acantholimon lycopodioides*. Der Übergang von der einen in die andere Gesellschaft erfolgt erst oberhalb ca. 4700-4800 m ü.M. Diese Rasen bilden jedoch keinen zusammenhängenden Gürtel, sondern nehmen in grösseren und kleineren Flächen offensichtlich die etwas feuchteren Stellen ein. Daneben wie auch darüber lösen sie sich in Schuttfluren auf. Der Höhenbereich, in dem Rasen solcher Zusammensetzung ausgebildet sind, übersteigt 200 m kaum. An den besuchten Örtlichkeiten von Matho Phu waren oberhalb 5000 m nur noch einzel wachsende Pflanzen anzutreffen.

In west- bis nordexponierten Hanglagen ist der Übergang in die höher gelegenen Rasen nicht ohne Augenschein in der Nähe zu erkennen, weil die *Acantholimon*-Steppe dort durch die Variante mit *Koeleria macrantha* ersetzt ist, deren Deckungsgrad sogar höher sein kann als in den Beständen mit *Potentilla fruticosa* und *Nepeta discolor* (HARTMANN, 1987, p. 305). Die Artenzahl pro Aufnahmefläche ist in den hochalpinen Rasen aber fast doppelt so gross; sie übertrifft mit 19 (19.3) Arten im Mittel sogar noch um zwei Einheiten die relativ artenreiche *Acantholimon*-Steppe. Auch einige Moose fehlen in solchen Beständen nie; sie konnten in den Aufnahmen Nr. 1 und 2 jedoch nicht berücksichtigt werden, dürften aber kaum mehr als 5% der Fläche decken.

In ariden Gebieten sind die ökologischen Bedingungen in höheren Lagen nicht in jeder Beziehung schlechter. Das Wasserangebot z.B. ist günstiger; in grosser Höhe fallen häufiger und mehr Niederschläge; auch im Sommer fällt gelegentlich Schnee, so dass der Boden weniger leicht

austrocknet. Die zumeist niederen Pflanzen stehen während längerer Zeit unter einer schützenden Schneedecke. Anderseits wird gerade dadurch die Produktionszeit eingeschränkt; für Hochgebirgspflanzen fallen durch die verkürzte Vegetationszeit Frühling, Sommer und Herbst sozusagen zusammen!

Weniger deutlich als in der Artengarnitur vollzieht sich der Übergang von der Steppe zu den hochalpinen Rasen in der Bodenbeschaffenheit. Hier wie dort bilden rötliche und grüne Sandsteine, Schiefer sowie Konglomerate als Schutt den Untergrund. Mit zunehmender Höhe ü.M. wird der rankerartige Steppenboden einem Gebirgsrohboden immer ähnlicher. Der Oberboden unter der lockeren Rasendecke der hochalpinen Stufe besteht an den Aufnahmestellen von Matho Phu aus einem braunroten, lehmreichen Schutt. Auch die Bodenoberfläche ist mindestens zur Hälfte von Steinen durchsetzt. Aus zwei pH-Messungen ergab sich ein Wert von 6.2 (5.9 und 6.4) (KC1) bzw. 6.5 (6.4 und 6.7) (H₂O).

Wirtschaftlich gesehen ist die ausgedehnte alpine Steppe mit *Acantholimon* als nutzbare Weide zweifellos viel bedeutender als der flächenmäßig doch eher bescheidene Hochgebirgsrasen in der Ausbildung mit *Potentilla fruticosa* und *Nepeta discolor*.

3.2.2. Gesellschaft mit *Draba oreades* oder *Gentiana leucomelaena* (Ib, Tabelle 7)

Mit der 2. kennzeichnenden Artengruppe, die ausser den namengebenden Taxa *Potentilla gelida*, *Sibbaldia tetrandra*, *Poa jaunsarensis* sowie *Kobresia capillifolia* und *K. macrantha* umfasst, lässt sich Gesellschaft Ib innerhalb der hier berücksichtigten Rasengesellschaften der hochalpinen Stufe abgrenzen. Gegenüber Ia und Ic dienen zudem die Vertreter der Gruppe 3 mit *Thalictrum alpinum* als Trennarten. In der floristischen Zusammensetzung ist der Eindruck uneinheitlich; Aufnahme Nr. 7 scheint eine Zwischenstellung einzunehmen, die vielleicht durch die geographische Lage bedingt ist: die Stelle liegt auf der Nordseite des Kanda La, die übrigen aber im Einzugsgebiet von Stok Phu (Nr. 4-6).

Der Bestand Nr. 7 fällt auch durch die geringe Artenzahl von den übrigen Aufnahmen ab. Mit im Durchschnitt 18 Arten (13-21) ist die Gesellschaft jedoch in der Artenzahl Ia gleichwertig. Im Deckungsgrad aber unterscheidet sich Gesellschaft Ib mit einem Durchschnitt von 87.5% (80-90%) sehr deutlich von den vergleichbaren Rasen auf Matho Phu (Ia). Der dichtere Vegetationsschluss in Verbindung mit dem humusreicherem Boden (s. unten!) ist vermutlich durch ein lokal günstigeres Wasserangebot zu erklären. Durch den auffälligen Anteil der Moose dürfte diese Annahme bestätigt sein! Mit einem Deckungsgrad der Moose von 5-15% (Mittel 11.2%) ist die vorliegende Gesellschaft unter den hier berücksichtigten Rasengemeinschaften der alpinen Stufe die mit der ausgeprägtesten Moosschicht. In jeder Aufnahmefläche lassen sich 4-7 auffälligere Moose auffinden.

Wenn für die Hochlagen von Matho Phu bereits festgestellt wurde, dass Rasen nur noch in begrenzten grösseren und kleineren Flächen auftreten, so bestärkt sich dieser Eindruck für die weiter westlich gelegenen Gebiete in erhöhtem Masse. Von Stok Phu über den Stok La bis ins Tal von Rumbak und zum Kanda La ist die alpine Stufe einerseits von der alpinen Steppe mit *Artemisia gmelini* beherrscht, andererseits noch häufiger — und dies besonders in den höheren Lagen — durch die dürfte, artenarme Schuttgesellschaft mit *Arabis tibetica* und *Elymus cf. longearistatus* oder durch Fragmente derselben geprägt. Wie auf Matho Phu kann stellenweise — so z.B. auf beiden Seiten des Kanda La — das niedere Dorngebüsch von *Caragana versicolor* bis in grosse Höhe angetroffen werden, nahe am Kanda La noch bei ca. 4950 m ü.M. Zusammenhängende Rasen jedoch finden sich nur ganz vereinzelt, meist fleckenartig und stets auf irgendwie von Wasser beeinflussten Böden. Deshalb ist es ungerechtfertigt, in solchen Gebieten von einer Rasenstufe zu sprechen. Der eher seltene Wasseraustritt entlang irgendwelcher Quellhorizonte ermöglicht grundsätzlich überall die Bildung einer zusammenhängenden grünen Pflanzendecke (z.B. Abb. 6). Wo es das Gelände erlaubt sind sehr oft auch kleinere Bachläufe von einem meist unregelmässig unterbrochenen Rasen begleitet, der zwar einen räumlich beschränkten, jedoch bevorzugten Weideplatz darstellt. Rasen ähnlicher und stärker verschiedener Zusammensetzung gibt es auch innerhalb der arideren subalpinen Stufe überall, wo der Boden mindestens zeitweise mit genügend Wasser versorgt wird.

Die vier Aufnahmestellen liegen ungefähr zwischen 4700 und 4900 m ü.M., teils in einer flachen Hangmulde (Nr. 4), teils am Grunde eines Seitentälchens, das gelegentlich von Wasser durchrieselt wird (Nr. 5 und 6 in Tab. 7, Abb. 6). Eine meist etwas wulstige Rasendecke lässt auch in weiter nicht auffälliger Hanglage auf den sporadisch stärkeren Einfluss von Bodenwasser schliessen (Nr. 7). Solche Bildungen sind vermutlich auf Frostwechselwirkungen zurückzuführen, die ohne Bodenwasser kaum möglich wären.

Den Gesteinsuntergrund, stets in Form von Schutt, bilden braune Sandsteine und Schiefer, grünlicher Sandstein (als Blockschutt) oder nur Schiefer von grünlich-grauer Farbe. Die flach- bis mittelgründige, skelettreiche Feinerdeschicht von dunkelbrauner Farbe ist im Vergleich mit der entsprechenden Gesellschaft von Matho Phu (Ia) humusreicher. Im Profil der Aufnahmeflächen Nr. 4 und 5 ist deutlich ein oberer Horizont (3-5 cm) von schwärzlich-brauner Farbe sichtbar. Insgesamt dürfte es sich hierbei um humusreiche Ranker handeln, die teilweise bereits eine Entwicklungstendenz zu einer Rasenbraunerde erkennen lassen. Eine sehr geringe Carbonatreaktion war lediglich im Boden vom Kanda La (Nr. 7) festzustellen. Der pH-Wert der übrigen Proben liegt im schwach sauren Bereich, gesamthaft bei 6.3(5.8-6.8) KC1 und 6.8(6.6-7.2) H₂O.

In allen Teilen der alpinen Stufe ist die noch so schüttete Pflanzendecke einer starken Einwirkung durch weidende Haustiere ausgesetzt. Im Einzugsgebiet von Stok Phu, das sich unter den besuchten Landesteilen dieser Höhenstufe durch die spärlichste Vegetation¹ auszeichnet, war unsere Anwesenheit über wenige Tage wegen der Pack-Pferde nur leidlich geduldet. Unter solch harten Ernährungsbedingungen ist jedes zusätzliche Weidetier als Konkurrent verständlicherweise unerwünscht!

3.2.3. Rasen der Gesellschaftsgruppe mit *Potentilla sericea* und *Poa koelzii* ohne charakteristische Artengruppe (Ic, Tabelle 7)

Die beiden Bestände Nr. 18 und 19 (als Ic abgetrennt) unterscheiden sich von allen übrigen der Tabelle 7 zunächst durch das Fehlen irgendwelcher Kenn- und Differentialarten. Einzig *Poa jaunsarensis*, die innerhalb der Gesellschaftsgruppe nur in den Aufnahmen Ib von Stok Phu vorkommt, ist auch in Nr. 18 (Stok Phu) vertreten. Auffallend ist die gegenüber allen andern Gesellschaften stark reduzierte Artenzahl (11 und 9). Überraschend ist anderseits die gute floristische Übereinstimmung trotz recht verschiedener Örtlichkeiten, relativ grosser Entfernung und gegenseitlicher Exposition (östlichster Abschnitt von Stok Phu, S-Seite des Kanda La). In beiden Aufnahmen gehört mehr als die Hälfte der Arten zur Gruppe 6, die den Gesellschaftskomplex kennzeichnet.

An der Südseite des Kanda La (in Richtung Markhatal) ist der niedere Rasen, in dem *Carex pseudofoetida* (Abb. 7) vorherrscht, nur vereinzelt und in eher kleinflächigen Fragmenten anzutreffen. Beide Bestandesflächen zeichnen sich jedoch durch eine ausgeprägt wulstige Verformung der Bodenoberfläche aus, die den relativ dichten Vegetationsschluss (Deckungsgrad 85%) aber kaum beeinträchtigt.

Auch Moose fehlen nicht; ihre Gegenwart ist aber weniger auffällig als in Ib! Die Lage in flachen Mulden, breiten Hangrinnen, weiter unten auch am Übergang vom Steilhang zum flacheren Hangfuß, lässt — wie für die Standorte der Gesellschaft Ib — auf eine bessere Wasserversorgung gegenüber der Umgebung schliessen.

Im Bodenaufbau sind gegenüber Ib kaum Unterschiede erkennbar. Der aus Schutt bestehende Gesteinsuntergrund ist derselbe, da es sich um die gleichen Lokalitäten wie in Ib handelt. Auch hier ist die flach- bis mittelgründige Feinerdeschicht mit Humus und Feinschutt angereichert. Im Profil von Aufnahme-Nr. 18 ist nur gerade ein oberster Horizont von ca. 3 cm etwas dunkler braun gefärbt, während der Oberboden in Nr. 19 durch einen deutlichen A_h-Horizont (10-15 cm) aus skelettärmer, schwarzbrauner Feinerde ausgezeichnet ist. Der pH-Wert liegt praktisch an beiden Standorten im neutralen Bereich: 6.6 und 7.4 (KC1) bzw. 7.2 und 7.8 (H₂O). In der Probe vom Kanda La (Nr. 19) liess sich ein deutlicher Carbonatgehalt nachweisen.

¹Die an sich ertragreichen Rasen fallen als Weidefläche gesamthaft nicht ins Gewicht!

3.2.4. Gesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* (II, Tabelle 7)

Floristische Charakteristik, Struktur, Lage. — Wie aus der Übersicht zur Lage der Örtlichkeiten hervorgeht, liegen die 10 Aufnahmeflächen der Gesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* (II) alle im Hochtal von Nimaling. Mit den kennzeichnenden Artengruppen 3 und 4 lassen sich rein floristisch zwei Gesellschaften voneinander abtrennen: Gesellschaft IIa mit *Kobresia pamiroalaica* und *Trisetum spicatum* und jene von IIb, welche über keine eigenen Kenn- und Differentialarten verfügt. Einzig *Potentilla bifurca*, mit höchster Stetigkeit für die Gesellschaftsgruppe alpiner Steppen charakteristisch, hier nur als Begleitart auftretend, kann als bessere Trennart bezeichnet werden. Den Aufnahmen von Gesellschaft IIa fehlt *Potentilla bifurca* ganz: letztere ist aber in 3 von 5 Aufnahmen der Gesellschaft IIb aufgeführt und dies z.T. mit beachtlicher Häufigkeit. Anderseits findet sich unter den Arten von Gruppe 6 *Aster flaccidus* (Photo 19) in jeder Aufnahme von IIa, zumeist sehr zahlreich, während die gleiche Aster in wenigen Exemplaren nur einer Aufnahme von IIb enthalten ist.

Mit den gemeinsamen Arten von Gruppe 5 (*Festuca tibetica* etc.) sind IIa und IIb in einer Gesellschaft höheren Ranges verbunden (Verband?). Diese Arten (5) verhalten sich gegenüber den andern in Tabelle 7 berücksichtigten hochalpinen Rasengesellschaften als Kenn- und Trennarten. Dazu gehören zwei hochalpine echte Polsterpflanzen, die in einer Höhenlage unter etwa 4600 m ü.M. kaum noch vorkommen: die ausserordentlich dichten und steinharten Polster von *Thylacospermum caespitosum* (Photos 17, 18) sowie jene von *Arenaria bryophylla*. Letztere ist im Everest-Gebiet noch weit über 6000 m ü.M. angetroffen worden und hält angeblich den Höhenrekord unter den Blütenpflanzen.

In der Gegend von Nimaling scheint Gesellschaft IIa auf die linke Talseite begrenzt zu sein und somit vorwiegend ± nord- bis ostexponierte Hanglagen, in bescheidenerem Ausmass auch terrassenartige Verflachungen zu besiedeln. Mit einem mittleren Deckungsgrad von 85% (75-95) ist der Vegetationsschluss deutlich dichter als in Gesellschaft IIb mit 63% (50-80). Letztere ist im Gebiet ausschliesslich auf der rechten Talseite in Südwestexposition und stellenweise noch in der Talsohle angetroffen worden. Auch die mittlere Artenzahl ist in IIa mit 21.2 (17-24) auffallend höher als in IIb mit 15 (11-19) Arten. Wie erwähnt, fehlen den Aufnahmen der Gesellschaft IIb die Arten der Gruppen 3 und 4. Die sehr lückigen Rasen in südwestexponierter Lage übersteigen die 5000 m-Linie nur unwesentlich. Bei ungefähr 4900 m lösen sie das *Caragana*-Zwerggebüsch nach oben hin ab und bedecken dann in gleichartig monotoner Ausbildung kilometerweit die flachere Hangpartie. Letzte inselartige Flecken wurden auf dieser Talseite bei etwa 5100 m ü.M. festgestellt. Nur in Rinnen und seichten Mulden, die anscheinend zeitweise von grösserer Feuchtigkeit profitieren, vermochten sich lokal kleinflächige, dichtere Rasen mit *Carex pseudofoetida* zu bilden.

Auf der gegenüberliegenden Talseite ist die durch Gesellschaft IIa zusammengefasste Vegetation noch mindestens 100 m weiter hangaufwärts ausgebildet. Grössere zusammenhängende, aber nur noch dürftige Rasenflächen erreichen nach den eigenen Beobachtungen knapp die Höhe von 5200 m ü.M. Unerwartet hoch ist die Artenzahl für diese Höhenlage, werden in einer Fläche von 80 bis 100 m² doch an die 20 verschiedene Blütenpflanzen gezählt (s. Nr. 9, 12 und 14, Tabelle 7). Im Gegensatz zur rechten Talseite sind die Hänge der linksufrigen Seite schon im unteren Bereich von Rasen mit Kobresien besetzt, wie sie durch die Aufnahmen Nr. 8 und 10 vermittelt werden. Über die Zusammensetzung der Rasen in den höheren, flacheren Lagen informieren die Aufnahmen Nr. 9, 11 und 12.

Standort. — Die verschiedenen Standortsverhältnisse der beiden Gesellschaften lassen sich vor allem durch die Expositionsunterschiede erklären. Die Pflanzendecke der linken Talseite profitiert nicht nur von einem länger dauernden Schneeschutz; durch die geringere Sonneneinstrahlung in nordexponierten Lagen wird eine Austrocknung der länger durchfeuchten Böden weitgehend verhindert. In dieser Höhenlage kann auch im Hochsommer jederzeit Schnee bis zur Talsohle fallen. Mit den ersten Sonnenstrahlen wird aber der Schnee auf der rechten Talseite rasch wieder abgeschmolzen und die starke, anhaltende Insolationswirkung kann leicht zu einer Austrocknung des Bodens führen. Besonders ausgeprägt ist eine solche Wirkung in den steileren, unteren Hangpartien bis etwa 4900 m ü.M., die im vorderen Teil des Hochtals vom Zwerggebüsch der *Caragana versi-*

color bestockt sind (Photo 14). Im flacheren Teil über der Hangschulter, der von Rasen der Gesellschaft IIb besetzt ist, dürfte die Wirkung der Insolation entsprechend geringer sein.

Dass die Rasen mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* in der Gesellschaft IIa dem feuchteren Standort entsprechen, geht u.a. aus folgenden Tatsachen hervor: Alle Trennarten von Gruppe 3 mit *Thalictrum alpinum*, *Aphragmus* etc. sowie *Kobresia royleana* sind eindeutig Zeiger frischer bis feuchter Bodenverhältnisse. Zu diesen ökologischen Bedingungen passt ebenso das Vorkommen von Moosen. Wenn solche aus zeitlichen Gründen auch nicht weiter gesammelt und untersucht werden konnten, so wurden doch in vier von fünf Aufnahmen Moose registriert, in Aufnahme-Nr. 8 sogar mit einem Deckungsgrad von ca. 20%. Diese artenreichste Aufnahme repräsentiert zugleich die feuchtesten Standortsverhältnisse innerhalb der Gesellschaft, was auch durch den Umstand bestätigt sein mag, dass von den aufgeführten Differentialarten keine fehlt und außerdem die feuchtigkeitsliebende *Kobresia royleana* mit Artmächtigkeit 3 vertreten ist. In den Aufnahmeflächen der Gesellschaft IIb fehlen die Moose ganz; für die höchstgelegene Aufnahme Nr. 14 am rechtsufrigen Abhang fehlte allerdings genügend Zeit zur gründlichen Durchmusterung der Bestandesfläche.

Boden. — Der Gesteinsuntergrund in den Rasen mit *Kobresia pamiroalaica* und *Trisetum spicatum* (IIa) besteht überwiegend aus granitischen Geröllblöcken, seltener aus Gneisen und Schiefer sowie Blockschutt aus diesen Gesteinen. Ein meist flach-, seltener mittelgründiger Oberboden mit unterschiedlichem Skelett- und Humusanteil zeichnet die rankerartigen Böden aus. In den höchstgelegenen Beständen auf 5170 m ü.M. nimmt das Substrat zusehends den Charakter eines kompakten Rohbodens an. Der Oberboden ist in der Regel von Steinen durchsetzt, so dass diese mindestens $\frac{1}{3}$, gelegentlich auch mehr als die Hälfte der Bodenoberfläche einnehmen. Seltener werden wulstige Verformungen der Bodenoberfläche angetroffen, die ihre Existenz auch hier einem gelegentlich stärkeren Einfluss von Bodenwasser verdanken. In bezug auf den Säuregrad liegen die untersuchten Proben nahezu im neutralen Bereich. Die durchschnittlichen pH-Werte aus vier Aufnahmeflächen betragen 6.6 (6.5-6.7) KC1 bzw. 7.1 (7.0-7.3) H₂O. Nirgends war mit verd. Salzsäure ein Carbonatgehalt nachzuweisen.

In den Aufnahmeflächen der Gesellschaft IIb ohne *Kobresia pamiroalaica* und *Trisetum spicatum* ist die Gesteinsunterlage uneinheitlicher. Nebst Geröll- und Blockschutt aus Granit und Gneisen in den unteren Hanglagen bildet vor allem auch gefestigter Schutt aus rötlichen und grünlichen Schiefern sowie Sandsteinen den C-Horizont. In Aufnahme Nr. 15 (Talebene) besteht der Untergrund aus alluvialem Schwemmsand und Kies sehr verschiedener Gesteine, der sich durch eine sehr starke Carbonatreaktion auszeichnete. Eine schwache Carbonatreaktion wurde überdies in Aufnahmefläche Nr. 13 auf nahezu 5000 m ü.M. registriert. Mit einem mittleren pH-Wert von 6.9 (6.6-7.3) KC1 bzw. 7.4 (7.3-7.7) H₂O aus vier Aufnahmeflächen dürften die Böden der Gesellschaft IIb noch deutlicher dem neutralen Reaktionsbereich zugeordnet werden. Der schwach abgegrenzte, extrem humusarme Oberboden ist durch sehr wechselnde Anteile von Schluff, Sand und Skelett, oft auch durch feinere und gröbere Schiefertrümmer ausgezeichnet. Im Gegensatz zur gegenüberliegenden Talseite sind die Böden der rechtsufrigen Berghänge zur Hauptsache doch als eigentliche Rohböden zu bezeichnen. In den höheren Lagen trifft man vereinzelt auf schwach ausgebildete, durch Solifluktion bedingte Streifenboden-Strukturen.

Tabelle 1. — Gesellschaftsgruppe mit *Bistorta affinis*.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Tabellen-Nr.								
Aufnahme-Nr.	104	103	79	70	66	67	69	68
Höhe ü.M. (in 10 m)....	373	366	358	387	383	416	406	414
Exposition.....	NW	NW	NW	NE	N	N	N	N
Neigung (Grad).....	20	25	25	30	25	20	30	20
Deckungsgrad (%): Gefäßpflanzen.....	70	90	70	90	85	85	75	80
Moose.....	-	-	-	-	0	0	-	<5
Aufnahmefläche (m^2).....	100	100	100	100	100	100	100	100
Artenzahl (Gefäßpflanzen).....	23	25	23	21	23	36	28	34
Gesellschaften	I		IIa	IIb				
Kennzeichnende Arten und Artengruppen								
1.T <i>Polygonum polycnemoides</i> Jaub.et Spach	1	1	2	+	+	.	.	.
T <i>Veronica biloba</i> L. ....	.	2	2	1	.	.	.	.
Ch <i>Artemisia brevifolia</i> Wall.	3	+°	1	.	.	.	.	.
H <i>Scorzonera virgata</i> DC. ....	+	+	+	.	.	.	.	.
H <i>Geranium collinum</i> Steph.	+	+	.	.	+°	.	.	.
H <i>Agrostis vinealis</i> Schreb. ....	.	2	.	.	+	.	.	.
H <i>Piptatherum laterale</i> Rosh.	+	.	1	+	.	.	.	.
H <i>Poa cf. attenuata</i> Trin. ....	.	.	.	2	2	.	.	.
Ch <i>Acantholimon lycopodioides</i> (Gir.)Boiss. ....	.	.	.	1	+°	.	.	.
H <i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp. <i>araratica</i> (Trautv.)Tzv.	1	+	.	.	.	2	2	2
H <i>Primula elliptica</i> Royle	+	+	.	.	.	1	+	1
2.T <i>Gentiana moorcroftiana</i> Wall. ....	.	.	.	.	.	+	1	1
Ch <i>Cerastium cerastioides</i> (L.) Britt. ....	.	.	.	.	.	+	1	1
T <i>Euphrasia</i> sp. ....	.	.	.	.	.	2	2	2
H <i>Pulsatilla wallichiana</i> (Royle) Ulbr. ....	.	.	.	.	.	2	+	1
H <i>Festuca olgae</i> (Regel) Krivot. ....	.	.	.	.	.	+	3	1
H <i>Pedicularis pectinata</i> Wall. ....	.	.	.	.	.	1	+	1
H <i>Tanacetum tomentosum</i> DC. ....	.	.	.	.	.	+	1	+
H <i>Delphinium cashmerianum</i> Royle ....	.	.	.	.	.	+	+	1
H <i>Kobresia capillifolia</i> (Dcne.)Clarke ....	.	.	.	.	.	2	.	1
H(G) <i>Bupleurum longicaule</i> Wall.ex DC. var.1)....	.	.	.	.	.	1	.	+
H <i>Saussurea falconeri</i> Hook.f. ....	.	.	.	.	.	1	.	+
H <i>Aster flaccidus</i> Bunge ssp. <i>flaccidus</i> Griers. ....	.	.	.	.	.	1	.	+
H <i>Lomatogonium caeruleum</i> (Royle)H.Sm.ex Burtt ..	.	.	.	.	.	1	.	+
H <i>Festuca kirilowii</i> Steudel ....	.	.	.	.	.	+	.	+
H(G) <i>Oxytropis humifusa</i> Kar. et Kir. ....	.	.	.	.	.	+	.	+
3.NP <i>Salix karelinii</i> Turcz.(Strauchsch.Deckg.60%)..	.	.	.	.	.	.	.	4
4.Ch <i>Bistorta affinis</i> (D.Don) Greene	3	5	4	4	4	2	2	2
Ch <i>Draba cachemirica</i> Gandager	2	1	1	1	3	1	2	+
Ch <i>Androsace robusta</i> (Knuth)Hand.-Mazz. ssp. ....	.	.	1	2	1	2	2	+
H <i>Gentiana tianshanica</i> Rupr. ....	.	+	.	.	+	2	+	2
Übrige Arten								
H <i>Leontopodium leontopodinum</i> (DC.) Hand.-Mazz. .	+	1	2	+	1	3	2	2
H <i>Festuca alaica</i> Drob.	1	1	1	1	+	2	2	1
Ch(G) <i>Dianthus anatolicus</i> Boiss.	1	+	1	+	+	1	1	+
H <i>Koeleria macrantha</i> (Led.) Schult.	2	2	2	1	2	+	1	.
Ch <i>Rosularia alpestris</i> (Kar.et Kir.) Boiss.	+	+	+	.	+	+	+	+
H(G) <i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth.	+	.	+°	.	.	1	1	1
H <i>Taraxacum</i> sp. ....	.	1	.	r	+	+	.	.
Ch <i>Thymus serpyllum</i> L.ssp. <i>quinquecostatus</i> Kit. ..	.	1	+	1	.	.	2	.
Ch(G) <i>Arenaria griffithii</i> Boiss. ....	.	.	+	+	+	.	+	.
H(G) <i>Pseudomertensia echooides</i> (Benth.)Riedl var.3)x	.	.	.	+x	1	+x	+x	.
H <i>Myosotis asiatica</i> Schischk.et Serg.	+	+	+	.	.	+	.	.
Ch <i>Draba tibetica</i> Hook.f.et Th.var. <i>tibetica</i> Jaf. ....	.	+	.	.	.	+	.	2
H <i>Elymus longe-aristatus</i> Tzvel. ssp.4) ....	.	.	.	1	+	.	+	.
H(G) <i>Oxytropis lapponica</i> (Wahl.) Gay 5) ....	.	.	.	.	+	1	.	1
H <i>Thalictrum vaginatum</i> Royle ....	+	+	.	.	.	.	+	.
Ch(G) <i>Ephedra gerardiana</i> Wall.	+	.	+	.	.	.	1	.
Ch <i>Tanacetum fruticosum</i> Ledeb. ....	.	.	.	+	r°	.	.	.
H(G) <i>Oxytropis mollis</i> Royle ....	.	.	.	1	.	.	1	.
T <i>Draba stenocarpa</i> Hook.f. et Th. ....	.	.	.	.	.	r°	.	+
Ch <i>Veronica lanosa</i> Royle	1	+	.	.	.	.	.	.
H(Ch) <i>Astragalus rhizanthus</i> Royle .....	+	+°	.	.	.	.	.	.
H <i>Helictotrichon pratense</i> (L.) Pilg. ....	+	.	.	.	.	.	1	.

- 1) var. himalayense (Kl.) C.B.Clarke
- 2) ssp. robusta Y.Nasir
- 3) var. echooides Kazmi
- 4) ssp. canaliculatus (Nevski) Tzvel.
- 5) inkl. Zwischenform zu O. humifusa Kar. et Kir.

- I Gesellschaft mit *Polygonum polycnemoides* und *Veronica biloba*
 II Gesellschaft mit *Gentiana moorcroftiana* und *Cerastium cerastioides*
 a Ausbildung ohne *Salix karelinii*
 b Ausbildung mit *Salix* (*Salix karelinii*-Gebüsch)

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

- 1: *Hieracium umbellatum* L. r,H
Tanacetum longifolium Wall.ex DC. +,H
- 2: *Poa markgrafii* Hartm. l, H
Lonicera asperifolia (Dcne.) Hook.f. et Th. r, NP
- 3: *Polygonum paronychioides* C.A.Mey. +, CH
Carex stenophylla Wahlenb. +,H,G
Pedicularis pycnantha Boiss. +, H
Cousinia thomsonii Clarke +°, H
Lindelofia anchusoides (Lindl.) Lehm. r°, H
- 4: *Thesium hookeri* Hendrych +, G,H
Jurinea ceratocarpa Benth. var. *depressa* Clarke +,H
- 5: *Gentiana pedunculata* Royle p.p. +,T
Galium verum L. +,H
Poa suruana Hartm. +,H
- 6: *Kobresia royleana* (Nees) Boeck. +,H
Carex pseudofoetida Kük. +,H,G
Silene moorcroftiana Wall. +, Ch(G)
- 8: *Carex tristis* M.Bieb. 2,H
Silene tenuis Willd. +,H
Sedum tibeticum Hook.f. et Th. +,H(Ch)
Pedicularis bicornuta Klotzsch +,H

Tabelle 2. — Gesellschaft mit dominierender *Carex melanantha*.

Tabellen-Nr.	1	2	3
Aufnahme-Nr.	88	86	90
Höhe ü.M. (in 10 m)	424	419	430
Exposition	SW	WSW	SW
Neigung (Grad)	25	25	20
Deckungsgrad (%)	100	100	95
Aufnahmefläche (m ²)	100	100	100
Artenzahl	16	13	12
H,G <i>Carex melanantha</i> C.A.Mey.	5	5	5
H <i>Geranium himalayense</i> Klotzsch	2	1	2
H <i>Festuca kashmiriana</i> Stapf	+	1	2
G <i>Astragalus frigidus</i> (L.) A.Gray	1	1	+
H,G <i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.	+	1	+
H(G) <i>Bupleurum longicaule</i> Wall.ex DC. var. 1)....	+	1	+
H <i>Epilobium angustifolium</i> L.	1	+	+°
G <i>Rheum webbianum</i> Royle	+	+	+
H <i>Kobresia pamiroalaica</i> Ivan.	1	2	.
H <i>Selinum papyraceum</i> C.B.Clarke	1	1	.
H(G) <i>Aconitum violaceum</i> Jacq.ex Stapf	1	1	.
H <i>Myosotis asiatica</i> Schischk. et Serg.	1	1	.
H <i>Poa suruana</i> Hartm.	+	.	+
H,Ch <i>Aconogonum tortuosum</i> (D.Don) Hara	+°	.	+°
H <i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp. <i>araratica</i> (Trautv.) Tgv.	2	.	.
H <i>Saussurea falconeri</i> Hook.f.	+	.	.
NP <i>Salix karelinii</i> Turcz. ....	.	r	.
H(G) <i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth. ....	.	.	+°
H(G) <i>Cicer microphyllum</i> Benth. ....	.	.	+°

1) var. himalayense C.B.Clarke

Tabelle 3. — Alpine Rasen mit *Kobresia pamiroalaica* / Pensi La.

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahme-Nr.	174	173	179	161	164	165	162	168	169	170	171	175
Höhe ü.M. (in 10 m)	434	435	433	436	436	437	438	437	435	436	435	438
Exposition	0	W	NNW	SW	0	W	S	NNW	W	NW	E	NE
Neigung (Grad)	0	10	10	5	0	10	10	10	5	15	10	15
Deckungsgrad (%)	95	80	75	80	80	85	75	80	85	75	65	75
Aufnahmefläche (m ²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Artenzahl	16	15	15	19	13	14	16	18	16	13	15	14

Varianten	I						II					
	1	1	2	1	+	+	.	.	.	.	.	.
Differentialarten- und Kennartengruppen												
H <i>Thalictrum alpinum</i> L. var. 1)	1	1	2	1	+	+	.	.	.	.	.	.
H <i>Primula minutissima</i> Jacq.	1	+	1	1	+	+	.	.	.	.	.	.
Ch,H <i>Sibbaldia cuneata</i> Kunze	2	2	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
H <i>Psychrogeton andryaloides</i> (DC.)Nov. var. 2) ....	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	+	.
H <i>Potentilla gelida</i> C.A.Mey. ....	+	.	.	.	.	.	2	2	1	.	.	.
Ch(H) <i>Draba setosa</i> Royle ....	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.
H <i>Festuca olgae</i> (Regel) Krivot. ....	.	.	.	.	.	.	+	+	r	.	.	.
H <i>Kobresia pamiroalaica</i> Ivan.	5	4	4	4	4	4	3	4	5	3	2	4
Ch <i>Saxifraga flagellaris</i> Willd. ssp. 3)	1	1	1	2	+°	2	+	+	+	+	+°	2
H,Ch <i>Rhodiola wallichiana</i> (Hook.)S.H.Fu	+°	1°	1°	+°	+°	1°	2	2	+	+°	+°	2°
Ch <i>Cerastium cerastoides</i> (L.)Britt.	2	2	2	2	2	2	.	1	+	1	+	2
H <i>Trisetum spicatum</i> (L.)Richt. ssp. 4)	+	+	.	2	+	+	+	.	+	+	+	+
H <i>Saussurea falconeri</i> Hook.f. ....	.	+	1	1	1	1	.	+	.	1	+°	1
Übrige Arten												
H <i>Leontopodium leontopodinum</i> (DC.)Hand.-Mazz.	+	+	+	1	+	2	2	2	2	+	+°	1
H <i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp. <i>araratica</i> (Traut.)Tzvel. ....	.	+	+	2	3	2	+	2	+	3	3	1
H <i>Potentilla argyrophylla</i> Wall. var. 5) ....	.	.	+	2	2	2	1	+	.	+	2	+
H(G) <i>Oxytropis cachemiriana</i> Camb. ....	.	.	r	+	+	+	2	.	+	.	+	.
H <i>Trachydium roylei</i> Lindl.	1	2	.	+	.	r	.	+	.	.	.	1
H <i>Festuca alaica</i> Drob. ....	.	.	.	+	.	.	1	+	/+	.	.	+
H,G <i>Carex pseudofoetida</i> Kük. *) ....	+*	+*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
T <i>Lomatogonium carinthiacum</i> (Wulf.)A.Br.	2	.	.	+	.	.	.	.	/+	.	.	.
H <i>Aster flaccidus</i> Bunge ssp. <i>flaccidus</i> Griers. ....	+	.	.	.	.	.	+	/	1	.	.	.
H(G) <i>Waldheimia glabra</i> (Dcne.)Regel ....	.	+°°	+°°	.	.	.	.	.	.	.	.	+°
Ch <i>Rosularia alpestris</i> (Kar. et Kir.)Boriss. ....	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	1	.
H,G <i>Carex moorcroftii</i> Falc.ex Bt.*/ <i>melanantha</i> C.A.M ....	+*	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H <i>Potentilla desertorum</i> Bunge ....	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.

1) var. *microphyllum* Hand.-Mazz.4) ssp. *himalaicum* Hulten2) var. *denudatus* (Botsch.)Griers.5) var. *leucochroa* (Lindl.)Hook.f.3) ssp. *crassiflagellata* Hulten

*) nur an nackten Erdstellen zwischen den Kobresia-Horsten!

I Variante mit *Thalictrum alpinum*II Variante mit *Psychrogeton andryaloides*

Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tabellen-Nr.1: T *Gentiana carinata* Griseb. 1;
 Tab.-Nr.3: H *Koeleria macrantha* (Led.)Schult. +; Tab.-Nr.4: H *Kobresia macrantha* Boeck. 1, H,Ch *Draba altaica* Bunge 1, H *Aphragmus oxycarpus* (Hook.f. et Th.)Jafri +; Tab.-Nr.7: H *Elymus longe-aristatus* (Boiss.)Tzvel.ssp.*canaliculatus* (Nevski)Tzvel. +, H *Lindelofia stylosa* (Kar. et Kir.)Brand r; Tab.-Nr.8: H(G) *Oxytropis humifusa* Kar. et Kir. 2, G(H) *Polygonum cognatum* Meissn. +, H *Myosotis asiatica* Schischk. et Serg. +; Tab.-Nr.9: H *Potentilla multifida* L. r; Tab.-Nr.10: H *Kobresia capillifolia* (Dcne.)Clarke 2; Tab.-Nr.11: H *Festuca kashmiriana* Stapf. 2, H *Gentiana tianshanica* Rupr. +; Tab.-Nr.12: Ch *Bistorta affinis* (D.Don) Greene 1, H *Tanacetum tomentosum* DC. 1

Tabelle 4. — Blockschuttgesellschaften mit *Nepeta discolor* und/oder *Festuca kashmiriana*.

Tabellen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Aufnahme-Nr.	176	172	166	163	180	177	167	178
Höhe ü.M. (in 10 m)	438	438	446	436	433	443	441	437
Exposition	S	E	SW	ESE	S	S	W	WSW
Neigung (Grad)	20	20	20	20	25	20	25	30
Deckungsgrad (%)	65	60	60	75	55	60	80	75
Aufnahmefläche (m ²)	100	100	150	100	100	150	100	100
Artenzahl	16	19	13	16	14	11	23	23
Varianten		A				B		
H(G) <i>Oxytropis cachemiriana</i> Camb.	1	1	1	+	2	1	.	.
H Elymus longe-aristatus (Boiss.) Tzvel. ssp. 1)	2	2	2	2	1	+	.	.
H Piptatherum laterale (Regel) Rosh.	+	+	2	1	.	1	.	.
G(H) <i>Polygonum cognatum</i> Meissn.	1	+	1	+	.	.	.	.
H(Ch) <i>Astragalus rhizanthus</i> Royle	2	1	.	.	1	.	.	.
H Lindelofia stylosa (Kar. et Kir.) Brand .....	.	.	.	.	.	.	+	+
H Potentilla gelida C.A.Mey. ....	.	.	.	.	.	.	+	+
Ch(H) <i>Draba setosa</i> Royle .....	.	+	.	.	.	.	1	+
H(G) <i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth.	1	2	2	+°	3	2	.	2
H Festuca kashmiriana Stapf	3	2	.	1	3	.	2	2
H Poa versicolor Boiss. ssp. araratica (Traut.) Tzvel.	2	3	2	3	2	+	2	1
H Psychogeton andryaloides (DC.) Nov. 2)	2	1	+	1	.	1	+	1
H Geranium himalayense Klotzsch .....	.	+°	1	+	.	3	2	3
Ch Artemisia brevifolia Wall. s.l.	1	2	.	.	+	+	.	+
Ch Bistorta affinis (D.Don) Greene	+	.	+	.	1	.	1	+
H, Ch Rhodiola wallichiana (Hook.f.) S.H.Fu .....	.	.	1	.	+	+	2	2
Ch Rosularia alpestris (Kar. et Kir.) Boriss.	+	1	.	1	.	.	+	.
H Saussurea falconeri Hook.f. ....	.	+	.	.	1	.	+	+
H(G) <i>Oxytropis humifusa</i> Kar. et Kir. ....	.	+	+	+	.	.	1	2
H Festuca olgae (Regel) Krivov. ....	.	.	3	.	.	3	2	3
H Potentilla argyrophylla Wall. var. 3) .....	.	.	.	+	1	.	2	+
Ch(G) <i>Ephedra gerardiana</i> Wall. ....	.	1	.	3	.	.	1	.
H Potentilla desertorum Bunge .....	.	+	.	+	.	.	.	.
H Kobresia pamiroalaica Ivan. ....	.	+°	.	.	.	.	+	.
Ch Cerastium cerastoides (L.) Britt. ....	.	+°	.	.	.	.	+	.
H Delphinium brunonianum Royle .....	.	.	+	.	.	.	.	+
Ch(G) <i>Silene moorcroftiana</i> Wall. ....	.	.	.	+	.	.	+	.
H Tanacetum tomentosum DC. ....	.	.	.	.	1	.	1	.

1) ssp. canaliculatus (Nevskii) Tzvel.

2) var. denudatus (Botsch) Griers.

3) var. leucochroa (Lindl.) Hook.f.

A Variante mit *Oxytropis cachemiriana*B Variante mit *Lindelofia stylosa*

Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tabellen-Nr.1: Ch(G) *Dianthus-anatolicus* Boiss. 1, H,G *Carex stenophylla* Wahlenb. +, H(G) *Silene tenuis* Willd. +, H *Epilobium angustifolium* L. +°; Tab.-Nr.2: H,G *Carex pseudofoetida* Kük. +; Tab.-Nr.4: H, G *Carex moorcroftii* Falc.ex Boott. 2; Tab.-Nr.5: H,G *Calamagrostis cf. stoliczkai* Hook.f. x *arundinacea* (L.) Roth 1, H *Trisetum spicatum* (L.) Richt. ssp. *himalaicum* Hulten +; Tab.-Nr.6: Ch *Potentilla fruticosa* L.var.*pumila* Hook.f.r; Tab.-Nr.7: H *Leontopodium leontopodinum* (DC.) Hand.-Mazz. 2, H *Gentiana tianshanica* Rupr. +, H(Ch) *Potentilla sericea* L. +, H *Myosotis asiatica* Schischk. et Serg. +; Tab.-Nr.8: H *Elymus dentatus* (Hook.f.) T.A.Cope +, G *Rheum webbianum* Royle +, H *Silene gonosperma* (Rupr.) Bocquet ssp. *himalayensis* (Rohrb.) Bocquet +, T *Arabis tibetica* Hook.f. et Th. +, H *Cystopteris dickieana* R.Sim + nur zwischen Felsblöcken! G,H *Polygonum rumicifolium* Royle (+), H *Delphinium cashmerianum* Royle (+)

Tabelle 5. — Alpine Steppe mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum*.

		1	2	3	4	5	6
Tabellen-Nr.	.....	196	199	195	200	198	197
Aufnahme-Nr.	.....	456	434	455	436	453	459
Höhe ü.M. (in 10 m)	.....	N	N	SW	N	NW	NE
Exposition	.....	20	20	25	30	5	30
Neigung (Grad)	.....	50	55	45	45	40	40
Deckungsgrad (%)	.....	150	100	150	150	150	150
Aufnahmefläche (m ²)	.....	11	15	9	12	11	6
Artenzahl	.....					
<u>Kennzeichnende Artengruppe (Assoziation?)</u>							
H	<i>Stipa breviflora</i> Griseb.	2	2	2	1	2	2
Ch	<i>Tanacetum fruticosum</i> Ledeb.	+	2	2	3	+	1
H	<i>Oxytropis microphylla</i> (Pallas) DC.	1	+	+	+	1	1
G	<i>Allium przewalskianum</i> Regel	+	+	(+)	.	.	.
<u>Kennzeichnende Artengruppe (Verband?)</u>							
Ch	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Guelden. ..	2	2	2	1	3	2
H(G)	<i>Potentilla bifurca</i> L.	2	1	.	1	1	2
Ch	<i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Steckm.	2	3	.	2	1	.
G,H,Ch	<i>Euphorbia tibetica</i> Boiss.	+	.	+	1	.	1
H	<i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.)Tzvel.ssp. 1)	.	.	.	.	+	.
<u>Übrige Arten</u>							
H	<i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp. <i>araratica</i> (Traut.)Tzv.	+	1	r	+	.	.
H(Ch)	<i>Potentilla sericea</i> L.	+	+	+	.	.	.
G,H	<i>Dracocephalum heterophyllum</i> Benth.	1	+	.	+	.	.
G(H)	<i>Christolea crassifolia</i> Camb. ....	.	(+)	.	+	.	.
NP	<i>Caragana versicolor</i> Benth. ....	.	.	r	.	r	.
H(G)	<i>Ptilotrichum canescens</i> (DC.) C.A.Mey. ....	.	.	.	+	+	.
H	<i>Elymus nutans</i> Griseb. ....	.	.	.	+	+	.
G	<i>Allium oreoprasum</i> Schrenk ....	.	1	.	.	.	.
H	<i>Youngia tenuifolia</i> (Willd.)Babc.et Steb. 2)	.	+	.	.	.	.
H(G,Ch)	<i>Chrysanthemum pyrethroides</i> Fedtsch. ....	.	+	.	.	.	.
Ch	<i>Androsace robusta</i> (Knuth) Hand.-Mazz. 3)....	.	+	.	.	.	.
H,G	<i>Carex stenophylla</i> Wahlenb. ....	.	.	.	.	1	.

1) ssp. *canaliculatus* (Nevski) Tzvel.2) ssp. *diversifolia* Babc.et Steb.3) ssp: *robusta* Y.Nasir

Tabelle 6. — Zwergstrauchgesellschaft mit *Caragana versicolor*.

Kolonne 1 und 2: Einzelaufnahmen aus dem Hochtal von Nimaling.

Kolonne 3: Stetigkeitsklassen aus 7 Aufnahmen der Tabelle 7 (HARTMANN, 1987); im Tabellenkopf ist die Spannweite der Einzelinformationen angegeben!

	1	2	3
Aufnahme-Nr. / Tab.-Nr. 1-7	206	207	1 - 7
Höhe ü.M. (in 10 m)	480	486	441-485
Exposition	SW	SW	NE/E-SSE
Neigung (Grad)	25	25	10-30
Deckungsgrad (%) Blütenpflanzen	80	65	70-90
" Moose	0	0	0-40
Aufnahmefläche (m ²)	100	100	100-150
Artenzahl Blütenpflanzen	7	7	5-15
<u>Kennzeichnende Artengruppe (provisorsch)</u>			
NP Caragana versicolor Benth.	4	3	V4-5
H Elymus nutans Griseb.	1	1	III1-2
H,G Poa jaunsarensis Bor .....	.	.	IV+-1
H Potentilla multifida L. .....	.	.	III+-1
H Kobresia royleana (Nees) Boeck. .....	.	.	III+-1
H(Ch) Sedum tibeticum Hook.f. et Th. .....	.	.	III+
<u>Übrige Arten</u>			
H(G) Potentilla bifurca L.	2	2	IV+-2
Ch Krascheninnikovia ceratoides (L.) Gueld.	2	3	I+
H Poa koelzii Bor	1	1	I1
Ch Artemisia gmelini Weber ex Steckm. ....	.	1	III+-1
H(Ch) Urtica hyperborea Jacq. ....	.	(+)	II+
H(Ch) Potentilla sericea L.	+	.	.
Ch Arenaria bryophylla Fern.	(+)	.	.
H Elymus longe-aristatus (Boiss.) Tzvel. ssp. 1)	.	.	III+-2
H Poa versicolor Boiss. ssp. araratica (Traut.) Tz.	.	.	III+-2
H Eritrichium canum Kitam. ....	.	.	II+-1
T Arabis tibetica Hook.f. et Th. ....	.	.	II+
H(G) Stellaria montiooides (Edg. et Hook.f.) S.A.Ghaz. ....	.	.	II+
H Lindelofia stylosa (Kar. et Kir.) Brand ....	.	.	IIr
<u>Moose</u>			
Barbula vinealis Brid. ....	.	.	III2-3

1) ssp. *canaliculatus* (Nevski) Tzvelev

Ausserdem je einmal notiert in den Aufnahmen Nr.1-7 (Tab.7, Hartmann,1987):
 NP Lonicera spinosa (Dcne.) Walp. 1, Ch(G) Silene moorcroftiana Wall. 1,
 H Piptatherum laterale Rosh. /gracile Mez 1, H Koeleria macrantha (Led.)
 Schult. 1, H Geranium collinum Steph. 1, Ch(H) Tanacetum tibeticum
 Hook.f. et Th. 1, T Elsholtzia eriostachya Benth.var.pusilla Hook.f. (1),
 H Festuca alaica Drob. +, G,H Thesium hookeri Hendrych +, T Artemisia
 stricta Edgew. +, T Chenopodium album L. +, H,Ch Aconogonum tortuosum
 (D.Don) Hara +, H,G Carex pseudofoetida Kük. +, H(Ch,G) Silene vul-
 garis (Moench) Garccke s.l.

Tabelle 7. — Hochalpine Rasengesellschaften mit *Potentilla sericea* und *Poa koelzii*.

- I a

1) ssp. canaliculatus (Nevski) Tzvelev	6) aff. ssp. himalaicum Hulten	Ausserdem je einmal notiert
2) ssp. crassiflgellata Hulten	7) zusätzlich ssp. glandulosus *Griers.	1: Ch(G)
3) var. turczaninowiana Th. Wolf	8) ssp. himalayensis (Boehm.) Bocquet	2: H
4) von T.A. Cope (1982) als P. pratensis L. aufgeführt	9) cf. var. stracheyanus (Max.) Hand.-Mazz.	3: T
5) var. microphyllum Hand.-Mazz.		Arabis rhizocarpa H.
Gesellschaft mit <i>Potentilla fruticosa</i> var. <i>pumila</i> und <i>Neneta discolor</i>		

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

- | | | | |
|-------|---|----------------------------------|--|
| I a | Gesellschaft mit <i>Potentilla fruticosa</i> var. <i>pumila</i> und
<i>Nepta discolor</i> | 1: Ch(G)
2: H
3: T
8. H | <i>Ephedra gerardiana</i> Wall. r
<i>Jurinea ceratocarpa</i> (Decne.) Benth. +
<i>Arabis tibetica</i> Hook. f. et Th. +
<i>Ranunculus pulchellus</i> C. A. Mey. 2 |
| I b | Gesellschaft mit <i>Draba oreades</i> oder <i>Gentiana leucomelaena</i> | H | <i>Saxifraga cernua</i> L. fo. <i>bubillosa</i> Engl. et Irm. 1 |
| I c | Gesellschaft ohne kennzeichnende Arten | 14: H | <i>Oxytropis tatarica</i> Camb. ex Bunge 2
<i>Nepeta longibracteata</i> Benth. 2 |
| II a | Gesellschaft mit <i>Festuca tibetica</i> und <i>Arenaria bryophylla</i>
Ausbildung mit <i>Kobresia pamiroalaica</i> und <i>Trisetum spicatum</i> | H(G)
H | <i>Delphinium brunonianum</i> Royle +
<i>Ermania himalayensis</i> (Camb.) O. E. Schulz r |
| II b | " " ohne " " " " | H | <i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Steckm. 2 |
| III a | Gesellschaft mit <i>Polygonum cognatum</i> Meissn. | 17: Ch | <i>Polygonum cognatum</i> Meissn. r |
| III b | " " | 18: G(H) | |

Abb. 1. — Vergleich der Lebensformspektren unter Berücksichtigung der Artenzahl (Sp) und des mittleren Deckungsgrades (Dg) in Prozent.
Pflanzengesellschaften der folgenden Vegetationstabellen.

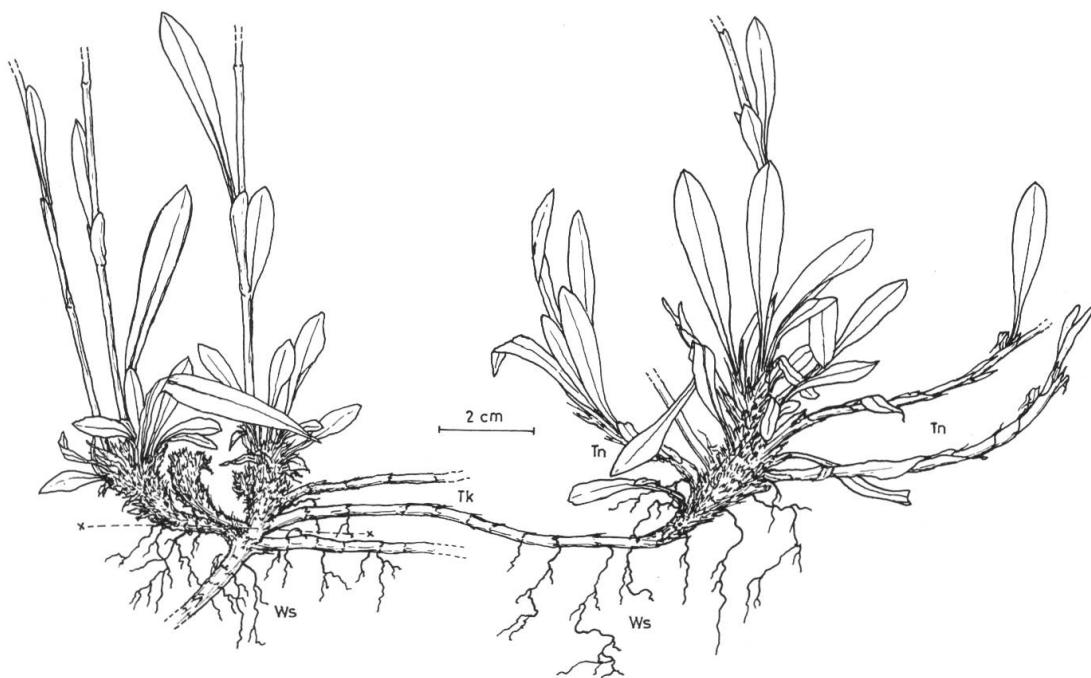
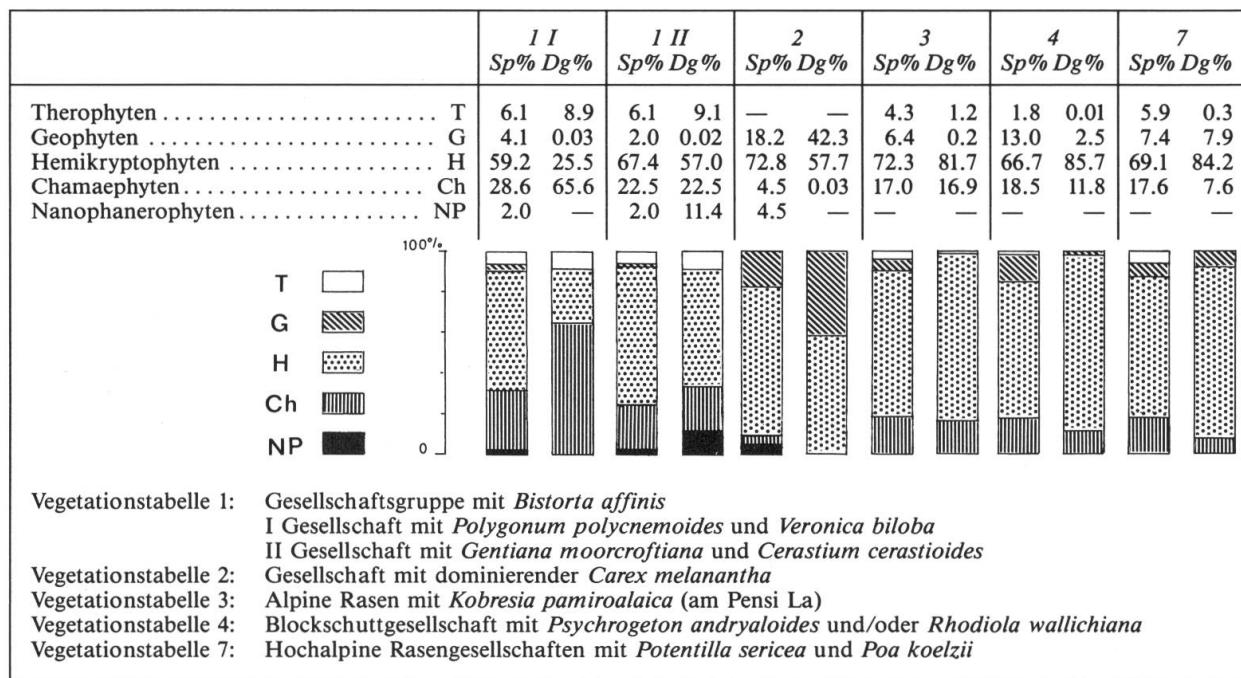


Abb. 2. — *Bistorta affinis* (D. Don) Greene (nach Herbar-Beleg gez.)
Tk, Kriechtriebe; Tn, diesjährige niederliegende Triebe, die später zu Kriechtrieben werden; Ws, sprossbürtige Wurzeln, gestrichelte Linie: ungefährer Verlauf der Bodenoberfläche an entspr. Trieben.

Abb. 3. — *Carex melanantha* C. A. Mey. (nach Herbar-Beleg gez.)
Kn, unterirdische Erneuerungsknospen; **Rh**, Rhizome; **Ws**, sprossbürtige Wurzeln, gestrichelte Linie: ungef. Verlauf der Bodenoberfläche.



S—EXPOS.

NE—EXPOS.

A

B

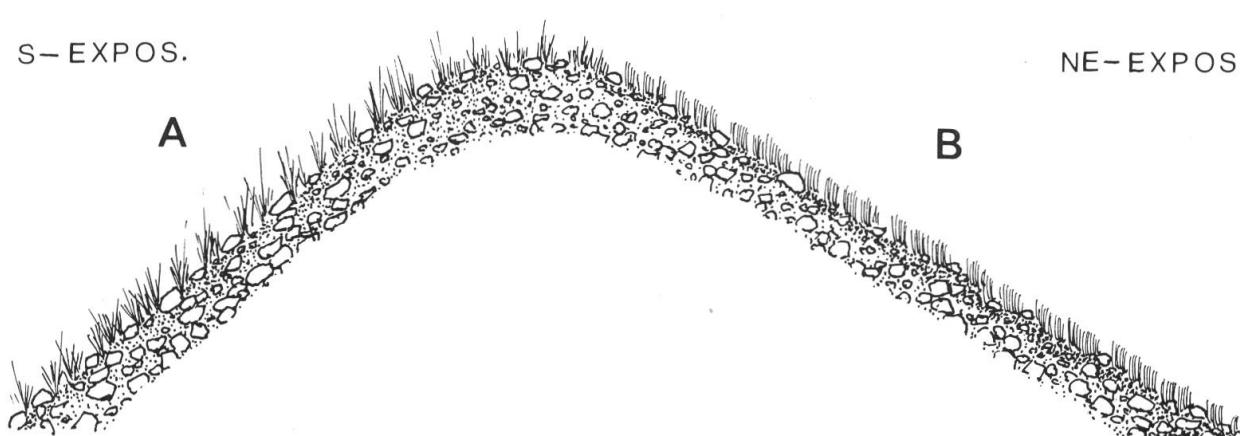


Abb. 4. — Profil durch ± W-E-verlaufenden Moränenwall am Pensi La, 4380 m ü.M.
A, Blockschuttgesellschaft mit *Nepeta discolor* und *Festuca kashmiriana* entspr. Nr. 1 in Tab. 4; **B**, alpiner Rasen mit dominierender *Kobresia pamiroalaica* entspr. Nr. 12 in Tab. 3.

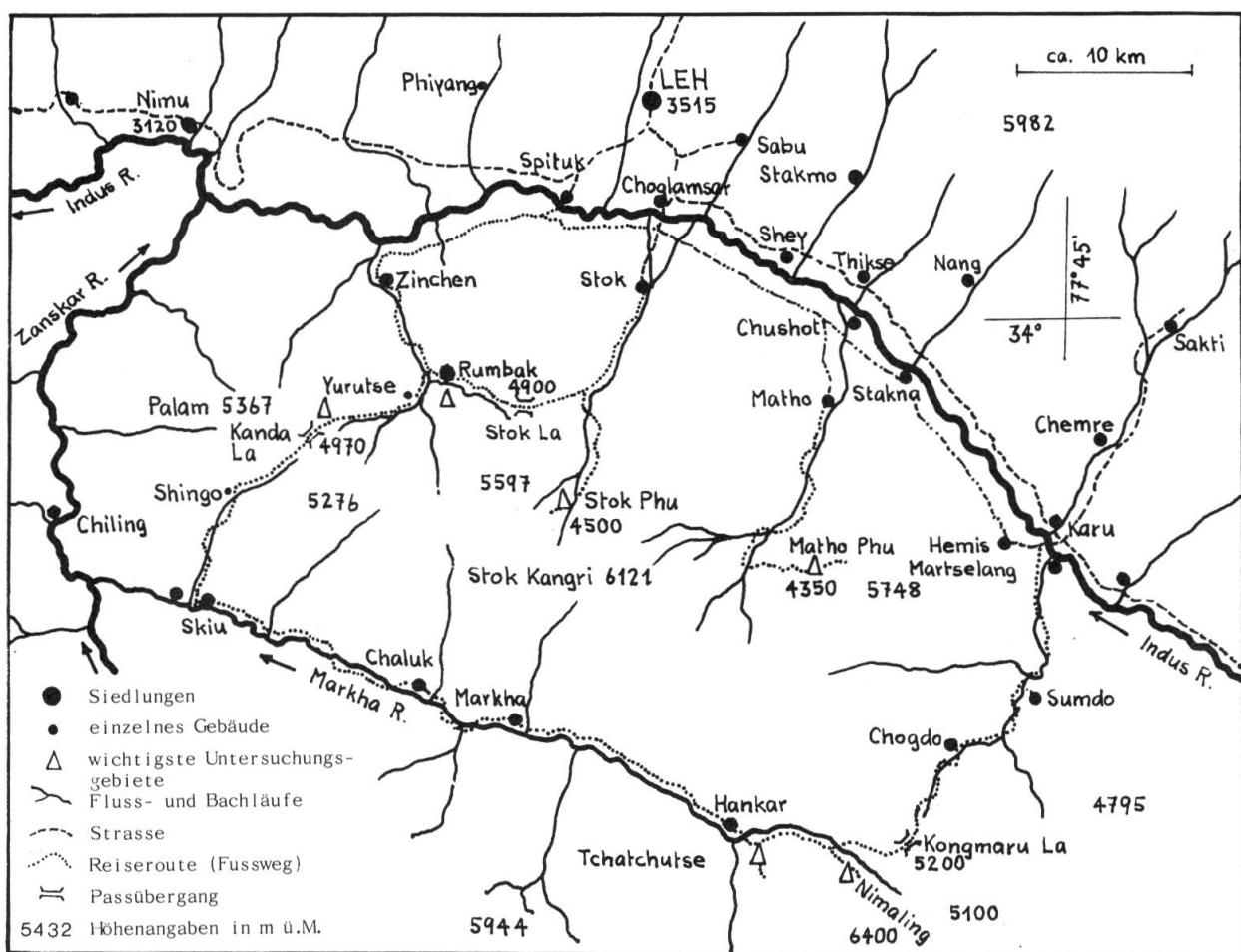


Abb. 5. — Skizze von Ost-Ladakh zwischen Indus- und Markhatal.

Abb. 6. — Skizze (schematisiert) vom oberen Ende eines Seitentälchens südlich Stok Phu
A, hochalpine Schuttgesellschaften (Gesellschaftsgruppe mit *Elymus longe-aristatus* und *Arabis tibetica*); **B**, hochalpiner Rasen mit *Potentilla sericea* in der Gesellschaft mit *Draba oreades* entspr. Nr. 5 in Tab. 7 (4750 m ü.M.); N, Nord-Exposition.

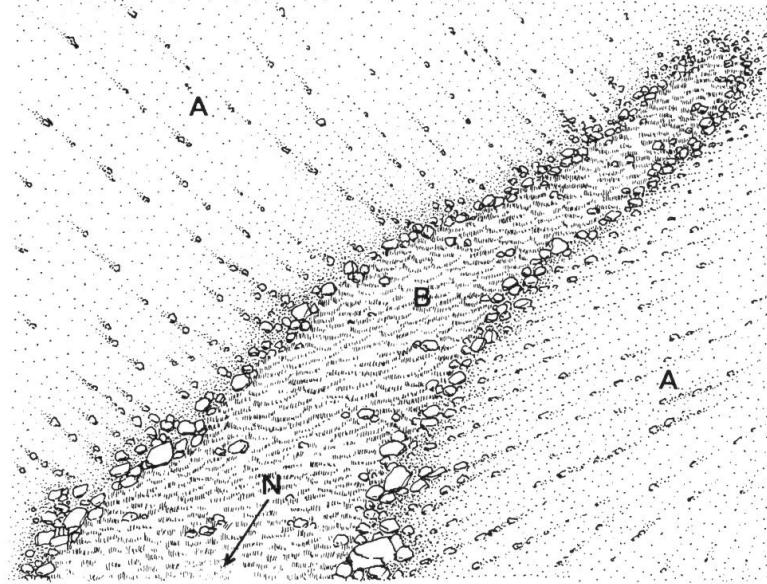


Abb. 7. — *Carex pseudofoetida* Kük. (nach Herbar-Beleg, coll. 25.8.1979, 4350 m ü.M., Pensi La, Aufn. Nr. 9, Tab. 3).
Kn, unterirdische Erneuerungsknospen; **Rh**, Rhizome; **Ws**, sprossbürtige Wurzeln, gestrichelte Linie: ungef. Verlauf der Bodenoberfläche.



Photo 1. — Bestand der *Bistorta affinis*-Gesellschaft im Seitental östlich Kartse, N-Expos., 3850 m ü.M.

Photo 2. — Gebüsch von *Salix karelinii* an der oberen Grenze im Seitental von Kartse, ca. 4150 m ü.M.

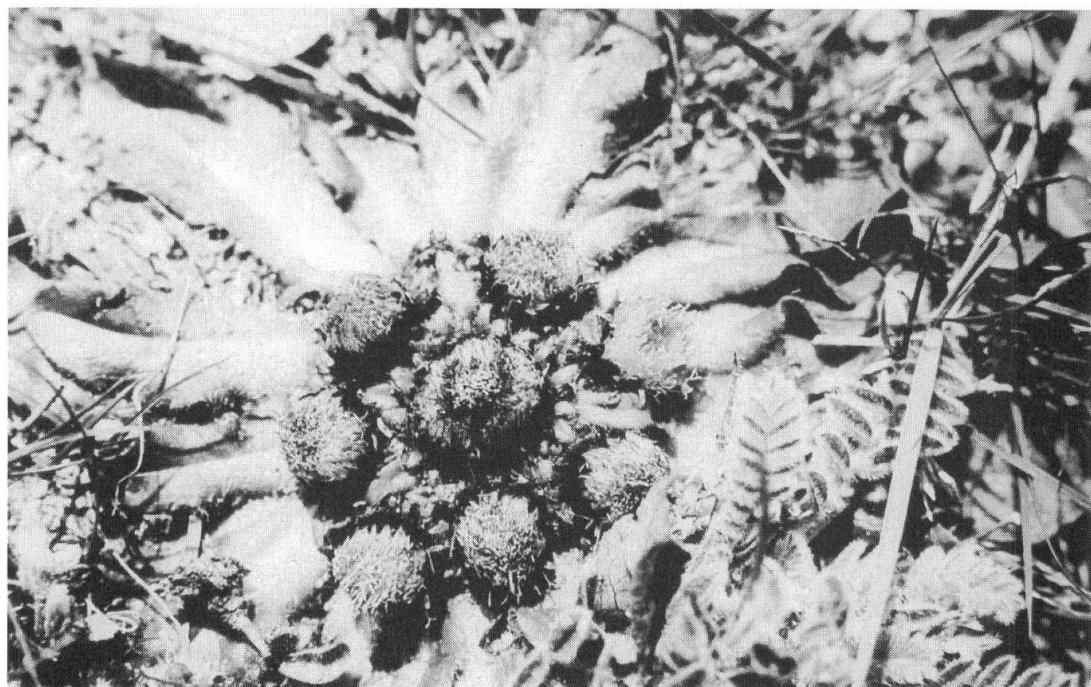


Photo 3. — Gesellschaft mit *Carex melanantha* im oberen Surutal nahe Gulmatungo, 4190 m ü.M.; Blick von N an den Hangfuß des Kun; Aufnahmestelle Nr. 2, Tab. 2.

Photo 4. — *Inula rhizocephala* Schrenk var. *rhizocephaloides* (Clarke) Kit. in Rasen mit *Kobresia royleana* nahe 4000 m ü.M. im subalpin-alpinen Grenzbereich W Sanku.



Photo 5. — Blick über einen Teil der westlichen Hochfläche des Pensi La, ca. 4350 m ü.M. Blickrichtung NW.

Photo 6. — Rasen mit *Kobresia pamiroalaica* im östlichen Abschnitt des Pensi La; Blickrichtung S, im Hintergrund Gipfel der Hauptkette am oberen Ende des Durung-Drung-Gletschers.



Photo 7. — Rasen mit *Kobresia pamiroalaica* in der trockenen Variante mit *Psychrogeton andryaloides*; Pensi La,
ca. 4350 m ü.M.

Photo 8. — Horst von *Kobresia pamiroalaica* Ivan.: Reifbildung an Oberfläche, Zentrum zerfallen und von vereinzelten Expl.
von *Cerastium cerastioides* und *Saussurea falconeri* (rechte Hälfte!) besiedelt.



Photo 9. — Bodenprofil in Rasen von *Kobresia pamiroalaica* (Variante I) am Pensi La, 4360 m ü.M. Aufnahmestelle Nr. 5, Tab. 3 (Massstab = 80 cm).

Photo 10. — Blockschuttgesellschaft mit *Nepeta discolor* und *Festuca kashmiriana* am Ostrand des Pensi La, 4370 m ü.M. Aufnahmestelle Nr. 8, Tab. 4; im Hintergrund unten (Blickrichtung SE): Durung-Drung-Gletscher.



Photo 11. — *Delphinium brunonianum* Royle in Bestand der Blockschuttgesellschaft mit *Nepeta discolor* und *Festuca kashmirensis* am Pensi La, 4370 m ü.M. (s. Photo 10).



Photo 12. — Alpine Steppe mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum*, Aufnahmestelle Nr. 4, Tab. 5; links im Bild oberste Gersten-Kulturen und Rasen von Tchatchutse, ca. 4350 m ü.M.

Photo 13. — Alpine Steppe mit *Stipa breviflora* und *Tanacetum fruticosum* SE oberhalb Tchatchutse, 4560 m ü.M. Aufnahmestelle Nr. 1, Tab. 5; Blickrichtung W (Markhatal).



Photo 14. — Blick auf das Zwerstrauch-Gebüsch von *Caragana versicolor* der rechten (nördlichen) Talseite von Nimaling; Bildmitte: Alpsiedlung, ca. 4750 m ü.M. Vordergrund: Rasengesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* der linken Talseite.

Photo 15. — Gesellschaft von *Caragana versicolor* im Hochtal von Nimaling, ca. 4850 m ü.M. Blickrichtung W.

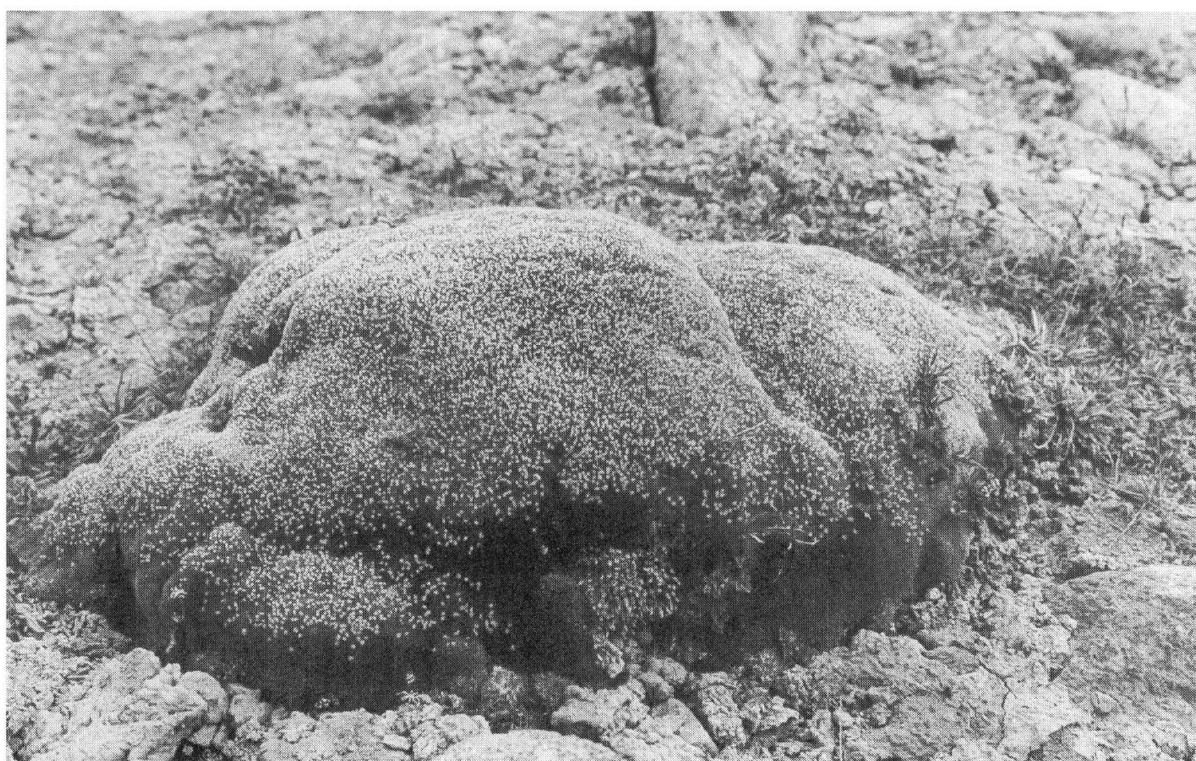
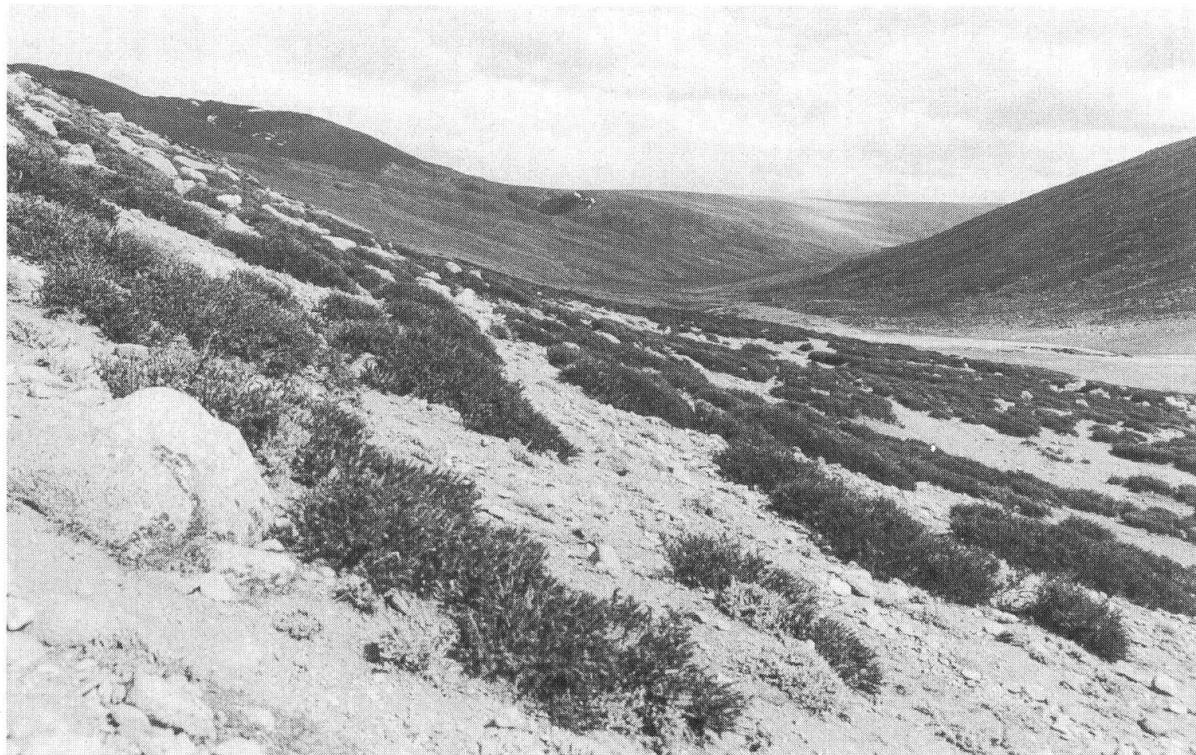


Photo 16. — Gesellschaft von *Caragana versicolor* im Tal von Nimaling mit Blick nach SE.

Photo 17. — *Thylacospermum caespitosum* (Camb.) Schischk. im hochalpinen Rasen von Nimaling, ca. 5100 m ü.M.

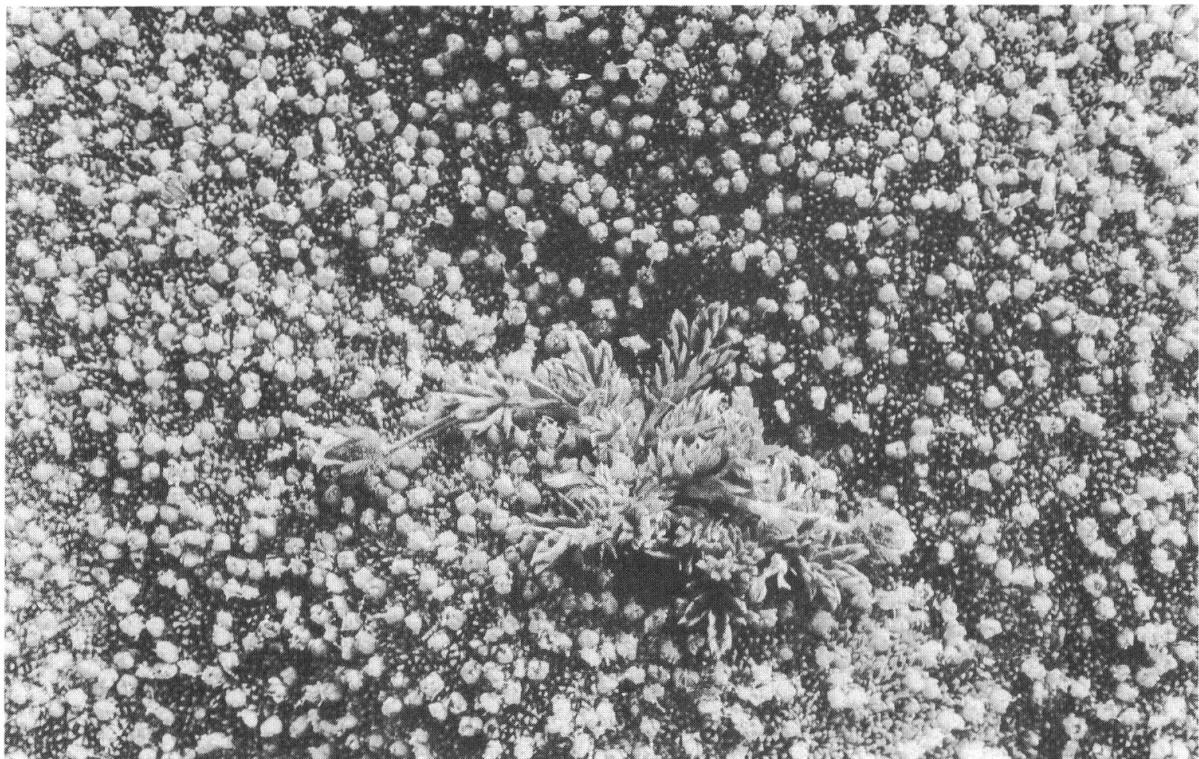


Photo 18. — *Potentilla sericea* L. in Polster von *Thylacospermum caespitosum*, Nimaling, ca. 5100 m ü.M.

Photo 19. — *Aster flaccidus* Bunge in Gesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla* (feuchtere Ausbildung), Nimaling, ca. 4900 m ü.M.



Photo 20. — *Leontopodium nanum* (Hook. f. & Th.) Hand.-Mazz. in Gesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla*, Nimaling, ca. 5000 m ü.M.

Photo 21. — Weidende Yak in hochalpinem Rasen (Gesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla*), NE-Expos., 5000-5100 m ü.M. Nimaling.

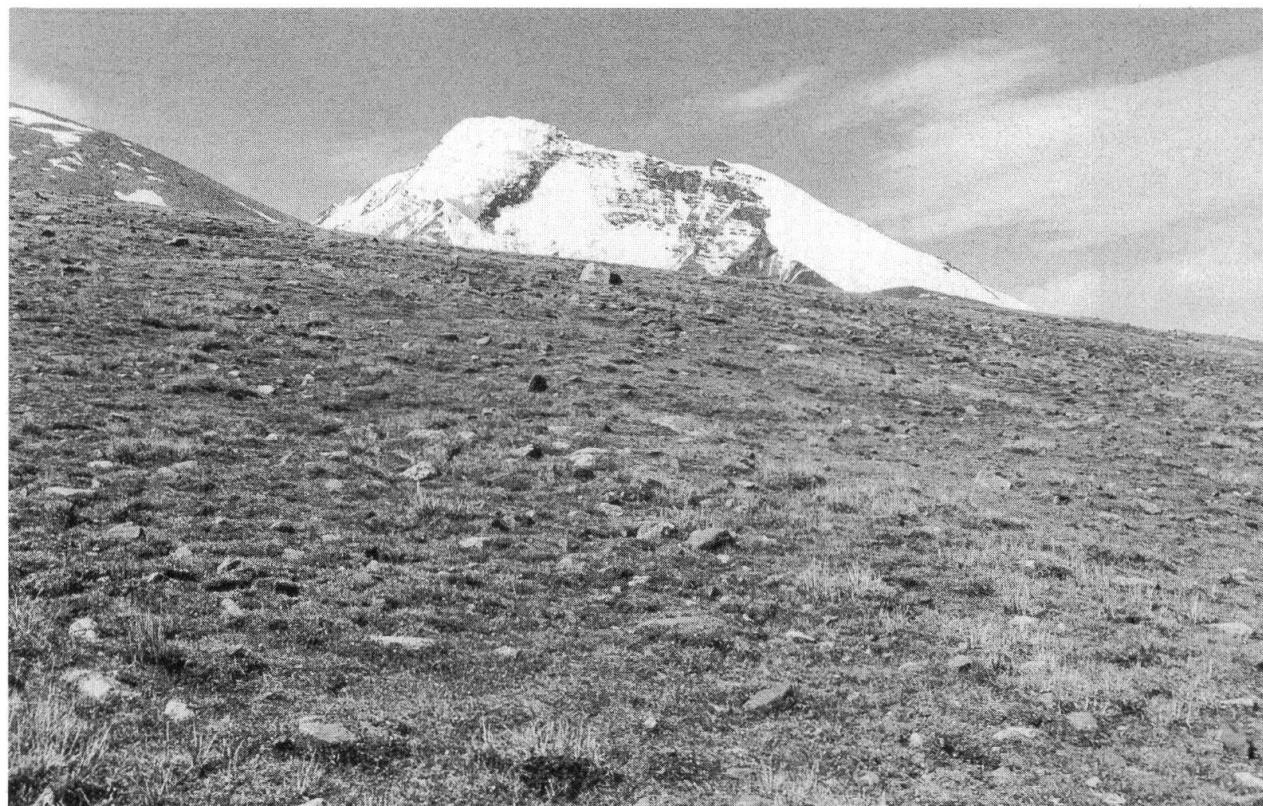


Photo 22. — Rasengesellschaft mit *Festuca tibetica* und *Arenaria bryophylla*, Nimaling, 5100 m ü.M. E-Expos.; im Hintergrund Vorberg des Kang Yaze.

LITERATURVERZEICHNIS

- BALAPURE, K. M. (1982). Some new records and additional localities of plants from Ladakh. *J. Econ. Tax. Bot.* 3: 187-191.
- BHATTACHARYYA, U. C. & B. P. UNIYAL (1982). A botanical tour to Pangi and Triloknath in the upper Chenab. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 79: 57-78.
- BILLIET, F. & J. LÉONARD (1986). *Voyage botanique au Cachemire et au Ladakh (Himalaya occidental)*. Jardin botanique national de Belgique, 47 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl. Wien.
- CHABLOZ, P. & N. CREMIEU (1985). *Randonnée Zanskar & Ladakh*. Editions Olizane, Genève, 16 feuillets.
- DHAR, U. & P. KACHROO (1983). *Alpine Flora of Kashmir Himalaya*. Jodhpur, 280 pp.
- ELLENBERG, H. (1956). *Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. H. Walter, Bd. IV, 1. Stuttgart.
- FREITAG, H. (1985). The genus Stipa in Southwest and South Asia. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.* 42(3): 355-489.
- GANSSEN, R. (1968). *Trockengebiete (Böden, Bodennutzung, Bodenkultivierung, Bodengefährdung)*. Bibl. Inst. Mannheim/Zürich. 186 pp.
- GRIERSON, A. J. C. (1964). A revision of the Asters of the Himalayan area. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.* 26(1): 67-163.
- 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 Kashmیرroute in Ladakh. *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 48: 131-173.
- HARTMANN, H. (1984). Neue und wenig bekannte Blütenpflanzen aus Ladakh mit einem Nachtrag zur Flora des Karakorum. *Candollea* 39: 507-537.
- HARTMANN, H. (1987). Pflanzengesellschaften trockener Standorte aus der subalpinen und alpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh. *Candollea* 42: 277-326.
- HOOKER, J. D. (1875-1897). *Flora of British India, I-VII*. London.
- KACHROO, P., B. L. SAPRU & U. DHAR (1977). *Flora of Ladakh*. Dehra Dun, 172 pp.
- KOMAROV, V. L. & al. (eds.) (1934-1964, 1973). *Flora URSS, I-XXX*. Leningrad & Moskau.
- KÜKENTHAL, G. (1909). Cyperaceae. In: ENGLER, A., *Das Pflanzenreich, IV*: 20. Leipzig.
- NASIR, E. & S. I. ALI (éds.) (1970-). *Flora of Pakistan*. Karachi/Islamabad.
- POLUNIN, O. & STAINTON, A. (1984). *Flowers of the Himalaya*. Oxford Univ. Press, Delhi, 580 pp.
- RAJBHANDARI, K. R. (1988). Three new species of Himalayan Poa, with a note on proliferation. *Acta Phytotax. Geobot.* XXXIX(1-3): 55-66.
- RAUNKIAER, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, 632 pp.
- RECHINGER, K. H. (éd.) (1963-). *Flora Iranica*. Graz.
- SCHWEINFURTH, U. (1957). Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Mit mehrfarbiger Vegetationskarte 1:2'000'000 auf 2 Blättern mit Profilen. *Bonner Geogr. Abh.* 20: 373 pp.
- STAINTON, A. (1988). *Flowers of the Himalaya. A Supplement*. Oxford Univ. Press, Delhi. 86 pp.
- STEWART, R. R. (1972). *Flora of West Pakistan*. Karachi, 1028 pp.
- WALTER, H. & S.-W. BRECKLE (1986). *Ökologie der Erde*, Bd. 3. Stuttgart, 587 pp.
- WHITE, A. (1983). A study of the flora in Western Ladakh. *Quart. Bull. Alp. Gard. Soc.* 51: 51-59.
- WISSMANN, H. VON (1959). Die heutige Vergletscherung und Schneegrenze in Hochasien mit Hinweisen auf die Vergletscherung der letzten Eiszeit. *Mainz. Akad. Wiss. Lit., Abh. Math.-Nat. Kl.*: 14.
- WISSMANN, H. VON (1961). *Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten (2. Teil)*. Erdkunde 15(1). Bonn.
- ZHANG JINGWEI (éd.) (1982). *The alpine plants of China*. Science Press, Beijing (China). 134 pp.