

Höhenstufengliederung der Grünlandvegetation im Zentralkaukasus

Erwin LICHTENEGGER †, David BEDOSCHWILI, Erich HÜBL & Ernst SCHARFETTER

Im Zentralkaukasus wurde die Höhenstufengliederung der Grünlandvegetation von der montanen bis in die alpine (subnivale) Stufe anhand von Geländequerschnitten nach der Methode von BRAUN-BLANQUET untersucht. Die Untersuchung beschränkte sich auf die Gebiete von Ermani, Gudauri und Kasbegi. Die Gliederung der Grünlandvegetation innerhalb der Höhenstufen erfolgte durch kennzeichnende Artengruppen. Die Höhenstufengliederung repräsentiert die verschiedenen Klimaräume. Die Artengruppengliederung kennzeichnet in den tieferen Lagen vornehmlich den Einfluss der verschiedenen Bewirtschaftung, in den höheren Lagen vorwiegend den Einfluss der verschiedenen Standortbedingungen. Die Gliederung der Vegetation wurde durch ökologische Untersuchungen untermauert. Auf die Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede der Vegetationseinheiten mit jenen der Alpen wurde hingewiesen.

LICHTENEGGER E. †, BEDOSCHWILI D., HÜBL E. & SCHARFETTER E., 2006: Altitudinal belts of the grassland in the central Caucasus.

In the central Caucasus the structure of the grassland communities from the high-mountain up to the alpine (subnival) belt of the regions of Ermani, Gudauri and Kasbegi were recorded and floristically and ecologically characterized. The investigation was conducted and evaluated based on BRAUN-BLANQUET method. Within the different belts, the communities were subdivided into characteristic groups of species. The climate areas are represented by the different vegetation types in the altitudinal zones. The subdivision into groups of species characterizes, at lower sites, predominantly the influence of the various farming methods. At higher sites, local conditions play the greatest role. This structuring of the vegetation was substantiated by ecological investigations. Similarities or differences of the vegetation types to those of the Alps are pointed out.

Keywords: Central Caucasus, climate, soil, altitudinal belts, types of grassland.

Einleitung

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis vegetationskundlicher Untersuchungen, die in den Jahren 1987, 1991 und 1992 im Raum von Kasbegi und 1989 im Raum von Ermani und Gudauri aufgrund von Einladungen der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi im Grenzbereich zwischen dem Zentralen und dem Östlichen Kaukasus durchgeführt werden konnten. Ihr Zweck war u. a. die Erfassung von Vegetationseinheiten im Kaukasus nach der in Mitteleuropa üblichen Methodik, um sie mit denen der Alpen besser vergleichen zu können. Ihre Organisation und Durchführung wurde entscheidend von Prof. Dr. G. Nakhutsrishvili, dem Direktor des Botanischen Instituts der Georgischen Akademie der Wissenschaften, unterstützt.

Über das Gebiet sind eine Reihe von Arbeiten erschienen, erwähnt werden sollen vor allem die zusammenfassenden Veröffentlichungen von G. NAKHUTSRISHVILI (u. a. 1998, 1999, 2003), in denen neben dem floristischen Überblick viele Erkenntnisse über Wuchsformen und Ökologie der Hochgebirgspflanzen eingearbeitet sind.

Methodik

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt. Die Benennung der Pflanzen erfolgte nach der am Botanischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften üblichen Nomenklatur. Die Identität oder Verschiedenheit mancher Kaukasussippen mit denen der Alpen ist noch nicht endgültig geklärt, z. B. von *Festuca woronowii* mit *F. varia*. Die in den Birkenkrummholzbeständen dominante *Betula litwinowii* gehört zum Formenkreis von *B. pubescens*, *Sorbus caucasigena* zum Formenkreis von *S. aucuparia*. *Pinus sosnowskyi* (= *P. kochiana*, *P. hamata*) steht *Pinus sylvestris* sehr nahe.

Zur ökologischen Untermuerung der Vegetationseinheiten wurden Bodenprofile beschrieben, Boden-pH (in dest. H₂O, Taschen-pH-Meter Merck) und Bodentemperaturen gemessen (Keithley 866-Thermometer). Die Farbwerte des Bodens wurden mit Munsell Soil Color Charts bestimmt.

Lage der untersuchten Gebiete

Die von uns untersuchten Gebiete liegen in der näheren Umgebung des Kreuzpasses, der den Zentralkaukasus vom Östlichen Kaukasus trennt. Ihre Wahl war insofern vorgegeben, als sich dort Außenstellen des Botanischen Instituts der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi befinden bzw. befanden. Die Außenstellen in Gudauri und Kasbegi sind über die Georgische Heerstraße, eine alte Nord-Süd verlaufende Verkehrsader des Großen Kaukasus, leicht erreichbar. Die im Zuge der politischen Ereignisse verloren gegangene Außenstelle in Ermani (Süd-Ossetien) ist von Tbilisi über Gori und Chinvali durch das Liachwa-Tal und weiter über das Hirtendorf Jedisa mit einem Geländefahrzeug zu erreichen. Ermani und Gudauri liegen im oberen Bereich der Südabdachung des Zentralkaukasus in einer Seehöhe von 2.225 bzw. 2.250 m. Kasbegi befindet sich nördlich des Kreuzpasses in einem Talkessel im Bereich des Oberlaufs des Terek-Flusses in 1880 m Seehöhe.

Klimatische Verhältnisse

Das Klima Kaukasiens ist durch große Gegensätze gekennzeichnet. Es umfasst nahezu alle Klimatypen der außertropischen Gebiete (WALTER 1974). Sichtbar werden diese Gegensätze vor allem an der Abnahme der Niederschläge von West nach Ost und an dem großen Temperaturgefälle von den Niederungen bis in Höhen von über 5.000 m. So fällt der Jahresniederschlag von Suchumi am Schwarzen Meer bis Baku am Westrand des Kaspischen Sees von 1.396 mm auf 187 mm ab. Dabei bleibt das Jahresmittel der Temperatur mit 14,5° bzw. 14,1° annähernd gleich hoch (vgl. Klimadiagramm-Karte von WALTER et al. 1975). Das Jännermittel der Temperatur nimmt von 409 m Seehöhe in Tbilisi bis 2.250 m in Gudauri von 0,9° auf -10,4° ab.

Die Vielfältigkeit des Lokalklimas ist vor allem eine Folge der reichen Gliederung der Landschaft durch die Gebirgsgzüge. Schon der verhältnismäßig niedrige, von NNO nach SSW verlaufende Höhenzug des Suramgebirges, der den Großen Kaukasus mit dem Kleinen Kaukasus verbindet, ist eine deutliche Klimascheide. Durch sie wird das niederschlagsreiche, warmtemperierte kolchische Gebiet im Westen Georgiens vom mediterranean-kontinentalen Gebiet im Osten getrennt. Sie führt zu einer Abnahme des Jahresniederschlags bereits bei einer Entfernung von ca. 180 km Luftlinie, das ist von Kutaisi bis Tbilisi, von 1.317 mm auf 510 mm.

Die Hauptklimascheide stellt jedoch der von WNW nach OSO verlaufende, lange, hohe, nicht durch Quertäler zerschnittene Gebirgszug des Großen Kaukasus dar. Nach HENNING (1972, zit. n. WALTER 1974) bildet er die Grenzlinie zwischen dem außertropischen und dem subtropischen Zonenklima. Diese langegezogene, hohe Gebirgsbarriere hält kalte arktische Luftmassen ab (BERG 1952) und begünstigt besonders die Steigungsregen. Auch sie nehmen gemäß den gegen Osten immer trockener werdenden Niederungen von West nach Ost ab. Außerdem sind sie an der Südabdachung ergiebiger als an der Nordabdachung. Im Bereich des Kreuzpasses ergibt sich dadurch das in Tabelle 1 wiedergegebene Nord-Süd-Niederschlagsprofil (Klimadaten teilweise aus WALTER 1974).

Tab. 1: Niederschlagsprofil im Bereich des Kreuzpasses. – Precipitation profile in the Kreuzpass area.

Position	Station	Seehöhe	Jahresniederschlag
Nordabdachung	Mozdok	150 m	474 mm
	Wladikawkas	679 m	821 mm
	Kasbegi	1.850 m	806 mm
	Kobi	1.987 m	1.192 mm
Passhöhe	Kreuzpass	2.380 m	1.502 mm
Südabdachung	Gudauri	2.250 m	1.318 mm
	Mleta	1.470 m	1.350 mm
	Passanauri	1.104 m	964 mm
	Ananuri	1.000 m	755 mm
	Duscheti	905 m	650 mm
	Tbilisi	450 m	510 mm

Aus dem Niederschlagsprofil ist ersichtlich, dass die Versuchsstation in Kasbegi trotz ihrer geringen Entfernung vom Kreuzpass bereits im Regenschatten der Nordabdachung des Kaukasus-Hauptkammes liegt. Die noch näher dem Kreuzpass (pereval Krestovyy) an der Südabdachung gelegene Station Gudauri erhält bedeutend mehr Niederschläge als Kasbegi. Sie nehmen schon bis zum Ort Kobi, der nahe dem Kreuzpass, aber nördlich davon liegt, deutlich ab. Der Kreuzpass ist somit eine markante Klimascheide, die sich auf die umliegende Vegetation entsprechend auswirkt.

Die westlich vom Kreuzpass in einem eigenen Hochtalschluss gelegene Station in Ermani liegt ebenfalls an der Südabdachung des Kaukasus-Hauptkammes. Sie erhält aber nicht mehr so viel Niederschläge wie die Station Gudauri. Verursacht wird der geringere Niederschlag durch den von SW nach NO verlaufenden Seitenkamm des Zentralkaukasus, der das Liachwa-Tal im Westen begrenzt und an dessen Westseite sich die von der Kolchis kommenden feuchtwarmen Luftmassen teilweise ausregnen, bevor sie in den Hochtalschluss nach Ermani einströmen.

Den Jahresablauf des Lokalklimas der untersuchten Gebiete veranschaulichen die Klimadiagramme (WALTER et. al. 1975) in Abbildung 1; das Diagramm vom Kreuzpass wurde aus WALTER (1974) entnommen.

In Kasbegi fallen die Niederschläge zum Großteil in der warmen Jahreszeit. Die Übergangsjahreszeiten und vor allem der Winter sind auffallend niederschlagsarm. Am Kreuzpass fallen in der Hauptvegetationszeit reichlich Niederschläge. Der Winter ist deutlich niederschlagsärmer. Er ist aber noch wesentlich niederschlagsreicher als in Kasbegi. In

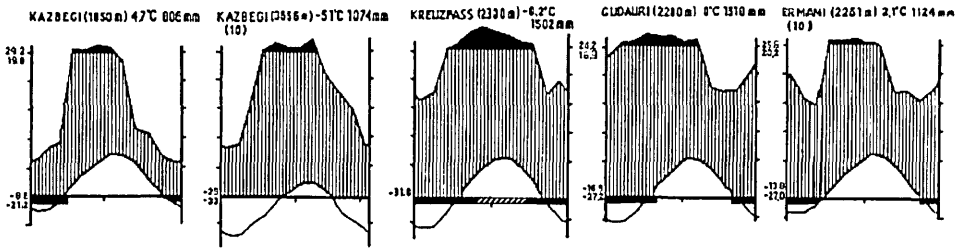


Abb. 1: Klimadiagramme aus dem Raum von Kasbegi, Kreuzpass, Gudauri und Ermani. – Climate diagrams of the regions Kasbegi, Kreuzpass, Gudauri and Ermani.

Gudauri fallen in der Hauptvegetationszeit etwas weniger Niederschläge als am Kreuzpass. Dafür weisen die ersten Monate im Jahr mehr Niederschläge auf. In Ermani ergibt sich ein etwas deutlicher ausgeprägter Niederschlagsabfall im Frühling und Herbst. In der Vegetationszeit fallen dadurch etwas weniger Niederschläge als in Gudauri. Die längste frostfreie Zeit weist Kasbegi wegen seiner geringeren Seehöhe auf. Ermani ist, offensichtlich wegen seiner Kessellage, etwas wärmer als Gudauri. Am kältesten ist der Kreuzpass, bedingt durch seine größere Seehöhe und vor allem durch seine windexponierte Sattellage.

ZAZANISHVILI et al. (2000) unterscheiden bei ihrer Höhenstufengliederung der Vegetation für den Großen, einschließlich des südlich gegenüberliegenden Kleinen Kaukasus vier Haupttypen: den humiden westkaukasischen Typ mit 2.000–4.000 mm Niederschlag, den gemäßigt feuchten ostkaukasischen mit 600–1.000 mm, den trockenen südkaukasischen mit 250–300 mm und den südöstlichen (hyrkanischen) Typ mit einer relikitären Laubwaldvegetation zwischen 600 und 1.000 m Seehöhe und darüber abnehmendem Niederschlag (300–400 mm bei 2.000 m). Unser Untersuchungsgebiet gehört demnach zum ostkaukasischen Haupttyp.

Boden

Entsprechend dem geologischen Ausgangsmaterial und dem herrschenden Klima sind in den untersuchten Gebieten die grundwasserfreien jüngeren Böden vorwiegend den Rankern, die älteren vorwiegend den Braunerden zuzuordnen.

Die reiferen Ranker befinden sich meist auf ruhenden, berasteten Schuttkegeln. Ihre Humushorizonte können eine Mächtigkeit bis zu 1 m und mehr erreichen (Abb. 17). Die jüngeren sind auf Schutthalden und auf weit herauf anstehendem Gestein zu finden. Im Bereich hochalpiner Gipfelregionen können aufgrund der intensiven Basenfreisetzung durch die Verwitterung im spärlich bewachsenen Feinschutt Initialstadien von Pararendzinen entstehen.

Die Braunerden reichen auf konvexen Hängen, auf denen der Bodenabtrag nicht zu stark ist, und vor allem in konkaven Hanglagen bis in die alpine Stufe. In feuchteren, schattigen, bewaldeten Lagen treten sie häufig als lessivierte braune Waldböden in Erscheinung (vgl. auch WALTER 1974). Auf berasteten Hängen sind sie in der subalpinen und alpinen Stufe außerhalb der Schneetälchenlagen durchwegs Rasenbraunerden. Ihr pH-Wert liegt meist zwischen 5 und 6. In wärmebegünstigten Lagen kann er bis 7 ansteigen. Eine podsolige Dynamik ist daher im Profil nicht erkennbar. Ebenso wenig weisen die Rasenbraunerden Merkmale einer nivigenen Pseudovergleyung auf. Dies ist umso bemerkens-

werter, als in den Alpen bereits in der subalpinen und vor allem in der alpinen Stufe das Phänomen der nivigenen Pseudovergleyung auf Rasenbraunerden und auf Braunlehm-sediment die Regel ist (vgl. SOLAR 1981). In den lange Zeit schneebedeckten, West-Ost verlaufenden inneralpinen Talfurchen Österreichs ist dieses Phänomen vereinzelt bis in Seehöhen unter 1.000 m nachweisbar. Der Grund für sein weitgehendes Ausbleiben außerhalb der typischen Schneetälchenlagen in den untersuchten Gebieten des Zentralkaukasus ist sowohl in der kürzeren Zeit der Schneebedeckung als auch in der im Vergleich zu den Alpen früher im Jahr einsetzenden und länger anhaltenden, ergiebigeren Boden-erwärmung zu suchen. Dies ergibt sich aus der intensiveren Wärmeeinstrahlung infolge des höheren Sonnenstandes in den südlicher gelegenen Gebieten. Folgender Vergleich der Temperaturmittel der Monate April bis November von annähernd gleich hoch gelegenen Stationen im Zentralkaukasus und in den Alpen lässt dies deutlich erkennen (Tab. 2).

Tab. 2: Vergleich der Temperaturmittel der Monate April bis November von Stationen im Zentralkaukasus und in den Alpen. Die Stationen Goldeck und Reisseck liegen im Süden Österreichs im Westteil Kärntens zwischen 46° 30' und 47° nördl. Breite, die Stationen Kasbegi und Ermani im Bereich des Kreuzpasses im Zentralkaukasus auf ca. 42° 28' nördl. Breite. – Comparison of the mean temperatures from April to May at stations in the central Caucasus and in the Alps. The stations Goldeck und Reisseck are located in the southern Austria (western Carinthia) between 46°30' and 47° northern latitude, the stations Kasbegi and Ermani near the Kreuzpass in the central Caucasus at ca. 42°28' northern latitude.

Station	Sechöhe	Monatsmittel der Temperatur °C									Temp. mittel °C IV–XI	Niederschlag mm XI–VI
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			
Kasbegi	1.880 m	4,6	8,3	11,1	14,3	13,9	11,4	5,4	1,3	8,8	261	
Goldeck	1.885 m	0,0	5,5	8,0	11,6	10,0	7,4	3,5	–2,9	5,4	455	
Ermani	2.251 m	0,8	5,6	9,3	12,5	11,8	9,0	3,0	–1,8	6,3	479	
Reisseck	2.248 m	–2,6	1,8	5,5	7,8	7,6	5,5	1,9	–2,7	3,1	529	

Die höhere Erwärmung in den untersuchten Gebieten des Zentralkaukasus hemmt nicht nur die nivigene Pseudovergleyung. Sie verringert auch die Versauerung der Böden, indem sie zu einem intensiveren Humusabbau führt. Deshalb weisen die Böden unter annähernd vergleichbaren sonstigen Verhältnissen keine so starke Humusanreicherung im Oberboden auf wie in den Alpen. Am sichtbarsten wird aber der Einfluss der höheren Erwärmung im Kaukasus in der im Vergleich zu den Alpen um mehr als 500 m höher gelegenen Waldgrenze. Nach OZENDA (1988, S. 231) beträgt der Höhenunterschied der Waldgrenze zwischen Mt. Blanc und Elbrus 700 m. Bezeichnend für die höhere Erwärmung ist auch, dass im Subalpin des Kaukasus die Polwurzelpflanzen mit aufrechten Sprossen viel häufiger vorkommen als im Subalpin der Alpen.

In der alpinen Stufe des Kaukasus sind die Böden der typischen Schneetälchenlagen in der Regel nivigene Rasenpseudogleye. Die Pseudovergleyung ist aber durchwegs geringer als in den Alpen. Sie tritt im Oberboden meist nur in fahlen und rostroten Flecken in Erscheinung. Der Humushorizont ist nur sehr schwach entwickelt. Unter Beständen von *Rhododendron caucasicum* entstehen sehr deutlich abgegrenzte, aber nur mäßig mächtige Humushorizonte. Ihr saurer Moderhumus führt zwar zu einer podsoligen Dynamik der Böden, zur Entwicklung ausgeprägter Podsole kommt es aber nicht. Zumindest konnten sie in den untersuchten Gebieten nicht festgestellt werden. In windgefügten, sehr schneearmen Kuppenlagen entstehen Böden mit bis zu über 50 cm mächtigen Humushorizonten. An ihrer Oberfläche weisen sie als Folge des Auffrierens die bekannte Poly-

gonstruktur auf. Der Humus ist ein relativ trockener torfiger Feinmoder, der wegen des geringen Mineralanteiles auffallend leicht ist. Merkmale einer Pseudovergleyung fehlen durch das ganze Profil ebenso wie Anzeichen einer podsoligen Dynamik.

Bewirtschaftung

Die Hauptbodennutzung in den untersuchten Gebieten ist die Grünlandwirtschaft (Abb. 2). Sie wird seit Jahrtausenden als extensive Weidenutzung betrieben. Mähnutzung erfolgt nur vereinzelt. Die Weidetiere – vorwiegend Schafe – werden mit Beginn der kalten Jahreszeit zu den tiefer gelegenen Winterweiden abgetrieben. Winterfutter in größerem Umfang wird nur um Dauersiedlungen erzeugt, wie beispielsweise im hochgelegenen Talschluss von Ermani. Die lang andauernde Bewirtschaftung hat zu entsprechenden Veränderungen in der Vegetation geführt. In der hochmontanen Stufe wurde teilweise der Wald, in der subalpinen Stufe großflächig der Strauchbewuchs von der Grünlandvegetation abgelöst. Die sekundären Grünlandbestände weisen je nach Mäh- oder Weidenutzung eine unterschiedliche Artenzusammensetzung auf.

Die Mähwiesen stehen infolge ihrer näheren Lage zu den Gehöften häufig unter größerem Dungeinfluss. Daher können üppiger wachsende Pflanzen nahezu bestandbildend hervortreten. Beispiele dafür sind *Hordeum violaceum* und *Trisetum flavescens*. *Hordeum violaceum* fehlt im extensiv bewirtschafteten Weideland vollständig, *Trisetum flavescens* kommt meist nur vereinzelt vor. Vorwiegend auf Wiesen beschränkt sind auch *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Agrostis tenuis*, *Vicia purpurea*, *Medicago lupulina*, *Trifolium spadiceum* u. a. Auch die höherwüchsigen Kräuter wie *Polygonum alpinum*, *Centaurea cheiranthifolia*, *Pedicularis chmoorhyncha* u. a. finden sich hauptsächlich in Wiesen. Die Erträge dieser Wiesen können bei entsprechender Düngung noch in größerer Seehöhe hoch sein. In Kasbegi (1.880 m) erbrachte eine Probemahd auf einer gedüngten Wiese über Ranker einen Ertrag von 75 dt/ha Heu. Das reicht für einen Viehbesatz von etwa 1,5 GVE. KÖRNER (1980) gibt für eine 35–40 cm hohe Wiese in 2.050 m Höhe oberhalb Kasbegi, die vor 20 Jahren als Weide genutzt wurde, eine pflanzliche Trockenmasse von 6 t/ha an.

Die Düngung der Weiden beschränkt sich bei dieser extensiven Nutzung auf tierische Ausscheidungen. Die Dungwirkung ist dementsprechend gering. Die Wachstumsintensität der Weiderasen hängt daher in erster Linie von der Seehöhe, der Himmelslage, vom Boden und vor allem von der Geländegestalt ab. Bekanntlich sind die Konkavlagen infolge des vorherrschenden Nährstoffaustrags durch das absickernde Wasser nährstoffärmer als die Konkavlagen, in die mit dem einsickernden Wasser ein Nährstoffeintrag erfolgt. Die Rasen der Konkavlagen sind daher in der Regel weniger wüchsig und häufig auch artenärmer als jene der Konkavlagen. Die Bekömmlichkeit ihres Futters ist aber meist höher. Deshalb werden vor allem die Weiden der Konkavlagen durch Überbeweidung geschädigt. Dies kann zu einem Rückgang des Massenwachses und der Artenzahl führen. So bestehen die Weiderasen auf den gänzlich ausgenagten Höhenrücken über Sameba oberhalb von Kasbegi fast nur noch aus wenigen niedrigwüchsigen Kräutern wie vor allem *Chamaesciadium acaule*, *Alchemilla*-, *Plantago*- und *Ranunculus*-Arten (Abb. 3). In gleicher Weise beschreibt KÖRNER (1980) die Folgen der Überbeweidung von der Weide der Messstation bei Kasbegi in 2.050 m Höhe, die gegenüber Sameba auf der anderen Talseite ebenfalls auf einem Hangrücken liegt. Für die übernutzte Weide gibt KÖRNER (1980) eine pflanzliche Trockenmasse von immerhin noch 3 t/ha an. In den Konkavlagen sind die Weiderasen nie so stark abgegrast. Ihre Artenzahl wird daher durch

die Beweidung nicht so stark verringert. Ihr Rückgang beschränkt sich im wesentlichen auf jene Arten, die generell gegen Beweidung empfindlich sind, wie vor allem hochwüchsige Kräuter.

Die von der Geländegestaltung abhängige Artenzusammensetzung prägt die Weiderasen im Zentralkaukasus mehr als die Artenselektion durch die Weidetiere. Die Selektion wird nur an wenigen Arten innerhalb ihres begrenzten Standortbereiches deutlicher erkennbar. Offensichtlich liegt dies daran, dass in der sommerwärmeren Lage feuchtigkeitsliebende Weideunkräuter wie *Cirsium*-Arten und jene aus dem Bereich der Hochstauden- und Lägerfluren, die gegen Beweidung empfindlicher sind, kaum in Erscheinung treten. Eine Ausnahme ist *Veratrum lobelianum*, das an schattigen Hängen massenhaft auftreten kann, obwohl es selbst von Schafen stark verbissen wird. Von den Gräsern wird vor allem *Festuca woronowii*, die mit *F. varia* nahe verwandt ist und sehr ähnliche Standortansprüche stellt, durch Weideselektion begünstigt. Dieses derbe Gras bildet auf oberbodentrockenen Kuppen mit skelettreichen Böden vorherrschende Bestände (Abb. 6). Auf sanften Höhenrücken steht es in Horsten verstreut in den stark ausgenagten Weiderasen. Keineswegs vorwiegend auf Weideselektion ist die weite Ausbreitung von *Nardus stricta* im Zentralkaukasus zurückzuführen. Wie in den Alpen (KUTSCHERA 1961) ist *Nardus* auch im Kaukasus eines der häufigsten und daher auch der wichtigsten Weidegräser auf bodensauren, nährstoffarmen Standorten. Sein Massenauftreten in Weiden wird weniger durch Übernutzung oder durch Weideselektion verursacht, wie AICHHINGER (1951) und andere Autoren annehmen, sondern durch seine Überlegenheit in der Artenkonkurrenz auf feinerdereichen, meist dichter gelagerten, bodensauren, nährstoffarmen, länger schneebedeckten Standorten (KUTSCHERA & LICHTENEGGER 1982). Auch OZENDA (1988, S. 261) weist auf die vorwiegend standortbedingte Ausbreitung von *Nardus stricta* in der subalpinen Stufe hin. Durch Düngung wird sie selbst bei Beibehaltung der Weidenutzung rasch zurückgedrängt. Dies ergaben zahlreiche Düngungsversuche von LICHTENEGGER (publ. in KUTSCHERA 1977).

Die Braunerden der typischen Nardeten im Zentralkaukasus haben ein so dichtes Gefüge, dass das Hineinschlagen und Herausziehen eines Bohrstocks erheblich erschwert ist. Wenn aber ein etwa 20 cm mächtiger Rasenziegel auf den Boden geworfen wird, zerfällt die Erde des Rasenziegels in reis- bis erbsengroße Krümel. Diese hervorragende Bodenkrümelung, auf die auch das enge C/N-Verhältnis hinweist, konnte in den Alpen unter Nardeten nirgends festgestellt werden, wohl deshalb, weil die Böden hier nicht so stark erwärmt werden und daher weniger tätig sind.

Erosion

Die Frage nach der Erosion stellt sich in einem so lang und nahezu ausschließlich als Weide genutzten Gebiet von selbst. Grundsätzlich ist die Erosion im Kaukasus infolge der größeren Höhenunterschiede wesentlich stärker wirksam als in den Alpen. Ihre Intensität hängt aber auch dort mehr von den örtlichen Verhältnissen als vom Einfluss der Bewirtschaftung ab. Sie ist umso stärker, je steiler und höher die Bergflanken sind und je instabiler das geologische Ausgangsmaterial ist. Auf ausreichend dicht bewachsenen Böden über stabilem Untergrund zeigen selbst hohe, steile Flanken kaum auffallende Erosionserscheinungen (Abb. 4).

Auf steilen Hängen mit Lockersediment kann die Erosion gewaltige Ausmaße erreichen, unabhängig davon, ob die Hänge bewaldet sind oder beweidet werden. Dies trifft beson-

ders für Bergflanken der innerkaukasischen Flusstäler zu, wenn sie noch mit glazialem Lockersediment ummantelt sind. Dort hört der starke Materialabtrag auf steilen Hängen erst auf, wenn das Grundgestein zutage tritt. Klassische Beispiele dafür bieten die Hänge des Aragwa-Tales bei Mleta an der Georgischen Heerstraße.

Das Erosionsgeschehen kann durch falsche Bewirtschaftung oder Übernutzung verstärkt werden. Dies geschieht im Kaukasus besonders am Fuß der Hänge von Flusstälern, wo durch Überbeweidung während des Auf- und Abtreibens der großen Schafherden im Frühjahr und Spätherbst die Rasen stark aufgelockert oder sogar gänzlich zertreten werden. Die auf diese Weise erhöhte Erosion kann lokal stärkere Auswirkungen haben.

Außerhalb der stärker erosionsgefährdeten Lagen sind die sichtbaren Erosionserscheinungen in den untersuchten Weidegebieten eher gering. Dasselbe stellte KÖRNER (1980) für die Weidegebiete um Kasbegi fest, indem er schreibt: „Die Studien zeigen aber, dass es möglich ist, das Landschaftspotential im Hochgebirge durch Schafbeweidung zu nutzen, ohne dass nachteilige Folgen für die Gebirgslandschaft entstehen. Allerdings setzt dies eine Weidepraxis voraus, die gewährleistet, dass es zu keiner punktuellen Überbeweidung kommt.“ Diese Praxis besteht vor allem darin, dass die Schafherden verhältnismäßig rasch über das Weideland getrieben werden.

Höhenstufengliederung der Grünlandvegetation

Die Hochgebirgsvegetation des zentralen Kaukasus wurde in ökologischer und phytözönologischer Hinsicht bereits von NAKHUTSRISHVILI (1974) gründlich bearbeitet. Die Vegetationseinheiten sind jedoch, da nach anderer Methodik erstellt, nicht unmittelbar mit unseren vergleichbar. Die Höhenstufengliederung der Grünlandvegetation ist im Kaukasus schwieriger als in den Alpen. Darauf verweist auch WALTER (1974). Dies liegt daran, dass infolge der stärkeren Erwärmung in der Vegetationsperiode sich das Vorkommen vieler Arten bis in größere Höhen erstreckt. Dadurch kommt es zu keiner so klaren Abgrenzung zwischen hochmontanen, subalpinen und alpinen Vegetationseinheiten. Vor allem der Übergang vom Hochmontan zum Subalpin und vom Subalpin zum Alpin ist weitgehend verwischt. Erst mit dem Übergang zum Subnival tritt plötzlich eine Änderung der Arten-garnitur und eine starke Änderung der Lebensformen zugleich mit einer Zunahme kaukasischer Endemiten ein (NAKHUTSRISHVILI 1995, SHETEKAVRI & GAGNIDZE 2000). Solange geschlossene Rasen vorliegen, ist es neben der Exposition besonders die Geländegestalt, die im Einklang mit der Bodenentwicklung die Zusammensetzung und Verteilung der Vegetationseinheiten prägt. Dabei wirken sich die windgefeigten, nährstoffärmeren und trockeneren Kuppen einerseits sowie die nährstoffreicheren, feuchteren, länger mit Schnee bedeckten Mulden andererseits am stärksten differenzierend auf die Pflanzenbestände aus.

Höhenstufengliederung bei Ermani Übersicht

Im Oberlauf des Liachwa-Flusses breiten sich auf den besonnten Hängen ab ca. 1.000 m Seehöhe Waldbestände mit *Fagus orientalis* aus. Auf den gegenüberliegenden kühlen, schattigen Hängen stockt bestandbildend *Picea orientalis*, wobei vereinzelt *Abies nordmanniana* vorkommt. Entlang der Talfurche ziehen sich schmale Streifen von *Alnus incana* hin. Im Talinneren bilden ab ca. 1.500 m Höhe in sonnseitigen Lagen *Fagus orientalis* und *Picea orientalis* Mischbestände. Der Talschluss beginnt mit einem mächtigen Wulst aus Blockschutt. Auf ihm breitet sich zwischen 1.900 und 2.100 m ein lichter

Wald aus *Pinus sosnowskyi* aus. Auf bloßem Schutt wachsen in Inseln Birkenbestände. Wo der Wald in Weideland übergeht, begleitet ihn ein Strauchgürtel aus *Rhododendron luteum*. Mit Ausflachen des Blockschuttwulstes in den Hochtalkessel gewinnt der Birkenwald die Oberhand. Er besteht hauptsächlich aus *Betula litwinowii* und *B. raddeana*. Zunächst ist er noch durchsetzt von *Populus tremula*, *Acer trautvetteri*, *Sorbus caucasigena* und anderen Laubhölzern. Ab etwa 2.200 m bildet vornehmlich die Birke, begleitet von *Salix caprea*, den oberen Waldgürtel. Er geht nach oben allmählich in den subalpinen Birken-Strauchgürtel über. Dieser reicht bis ca. 2.600 m. An ihn schließt nach oben der 300–400 m breite alpine Zwergstrauchgürtel von *Rhododendron caucasicum* an. Unterbrochen wird er in feinerdereicheren Mulden von Beständen der Schneebodenvegetation, auf windgefügten Kuppen von *Kobresia*-Beständen über humus- und feinerdereicheren, tiefgründigeren Böden oder von lückigen Steinfluren über Initialstadien von Rankern. Ab ca. 3.000 m Seehöhe gehen die alpinen Rasen in die subnivale Schuttvegetation über. Der breite Birkenwald- bzw. Birkenstrauchgürtel wurde bis auf wenige Steilhänge durch sekundäre Rasen ersetzt. Sie bilden die Grundlage für die Weidewirtschaft.

Unsere Übersicht der Höhenstufengliederung deckt sich im Wesentlichen mit der von RADDE (1899), WALTER (1974), GULISSASHVILI et al. (1975) und KETSKHOVELI et al. (1975) ausführlicher beschriebenen Gliederung. Eine Übersicht der Hauptvegetationstypen des Zentralkaukasus vom Ökoton der Waldgrenze bis zur subnivalen Stufe mit Höhengrenzen, Artenzahl und den wichtigsten Arten gibt NAKHUTSRISHVILI (2003, Tab. 4, S. 98/99).

Gliederung der Grünlandbestände

Gegenüber den Alpen sind die den Höhenstufen zugehörigen Grünlandseinheiten gleich den Waldtypen nach oben verschoben.

Die bis in große Höhen reichende stärkere Bodenerwärmung bewirkt auch, dass viele Arten bis hinauf in die alpine Stufe vorkommen. Auch innerhalb der Höhenstufen sind Vegetationseinheiten mehr durch die Dominanz bestimmter Arten als durch ihr spezifisches Vorkommen gekennzeichnet. Aus diesen Gründen ist die Fassung von Pflanzengesellschaften nach spezifischen, kleinräumig begrenzten Charakterarten schwierig und vielfach auch fragwürdig. Sie war damals auch nicht sinnvoll, weil noch kein soziologisches System im Sinne von BRAUN-BLANQUET vorhanden war, dem die Gesellschaften hätten zugeordnet werden können.

Die Gliederung der Grünlandvegetation erfolgte daher einerseits nach der Verteilung der Arten auf die verschiedenen Höhenstufen (Höhenstufengliederung) und andererseits nach dem gemeinsamen dominanten Vorkommen bestimmter Arten innerhalb einer Höhenstufe (Artengruppengliederung). Mit der Höhenstufengliederung werden durch das gemeinsame Vorkommen von Arten Klimaräume gekennzeichnet. Mit dem gemeinsamen dominanten Auftreten von Arten in einer Artengruppe innerhalb einer Höhenstufe werden in tieferen Lagen vor allem Unterschiede in der Bewirtschaftung und in höheren Lagen besonders Standortunterschiede zum Ausdruck gebracht.

Montane Stufe:

Auf wärmebegünstigten Standorten kommen halbtrockene Magerrasen, die ökologisch den montanen Halbtrockenrasen der Alpen entsprechen, auf kleinen Flächen bis etwa 2.100 m Seehöhe vor. Im Bereich von Ermani befinden sie sich am oberen Rand des Kiefernwaldgürtels auf südexponierten Hangrücken mit steinig Böden über kristallinem Blockschutt.

Ein typisches Beispiel dafür ist der Bestand der Aufnahme 1 (Tab. 14). Seine Gesamtddeckung ist infolge der Oberbodentrockenheit, die den Grasanteil zurückdrängt, mit 75% relativ gering. Der zugehörige Boden ist ein brauner Ranker mit mullartigem Feinmoder. Das Bodenprofil hat folgende Horizontfolge: A₁ 0–20 cm stark humoser lehmiger Schluff, schwach steinig, A₂ –30 cm schwach humoser schluffiger Sand, steinig, C₁ ab 30 cm Blockschutt, dazwischen schwach humoser schluffiger Sand.

Der Standort der Aufnahme 2 ist infolge des tiefgründigeren Bodens feuchter. Entsprechend höher ist mit 90% der Bestandesschluss. Die besonders lichtbedürftigen Arten bleiben deshalb aus. Der Boden mit folgender Horizontfolge entspricht schon eher einer Braunerde: A₁ 0–20 cm humoser lehmiger Sand, krümelig, A₂ –55 cm humoser lehmiger Sand, stark steinig, BC₁ –90 cm und tiefer lehmiger Sand, sehr stark steinig, Feinmaterial kaffeebraun.

Noch feuchter ist der Standort der Aufnahme 3. Sein in der Horizontfolge dem Standort der Aufnahme 2 weitgehend entsprechender Boden weist in 70 cm Tiefe leichte Rostflecken auf. Sie deuten auf zeitweise Sickerfeuchte hin. Dementsprechend stark ist die Artengarnitur verändert. Der Bestand leitet bereits zu den hochmontanen Weiden über.

Die zunehmende Feuchte der Standorte von Aufnahme 1–3 bewirkt eine Abnahme der Bodentemperatur in den tieferen Schichten. Dies zeigen folgende Messungen vom 11. Juli 1989 zwischen 16 und 17 Uhr (Tab. 3).

Tab. 3: Bodentemperaturen in °C unter Magerrasen der montanen Stufe, 11. Juli 1989 (Tab. 14, Aufnahmen 1–3). – Soil temperatures (°C) beneath dry meadows of the montane belt, 11 July 1989 (Tab. 14, surveys 1–3).

Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	50
Aufnahme 1	19,0	17,3	16,1	14,9	14,6	14,5	14,2
Aufnahme 2	17,5	15,9	15,5	14,9	14,7	14,3	13,8
Aufnahme 3	18,9	16,1	15,5	14,3	13,6	13,1	12,7

Der Bestand der Aufnahme 1 (Tab. 14) ist typisch für einen basiphilen Magerrasen auf hochgelegenen, wärmebegünstigten Standorten. Kennzeichnende Arten sind vor allem *Stachys balansae*, *Echium rubrum* (Abb. 5), *Campanula ochroleuca*, *Hieracium bauhinnii*, *Anthyllis variegata* und *Anthemis rigensis*.

Tab. 14: Pflanzenbestände im Raum Ermani – Vegetation in the region of Ermani.

Nummern der Aufnahmen	1	2	3	7	8	9	6	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
Seehöhe in 10 m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	1	1	1	2	1	3	2	2	1	2	4	5	6	6	6	9	8	6	7	8	0	0
	0	0	5	2	4	0	2	2	4	2	9	7	8	2	5	3	5	9	5	6	7	0
Neigung in Grad	3	4	3	2	1	2	3	2	1	3	3	3	1	4	3	1	2	3	2			
	5	0	5	5	2	5	0	0	2	5	5	8	5	5	0	0	5	0	0	5	5	0
Exposition	S	S	N			N			N								S	N				
	S	S	N			N	N	S	N						N		S	N	N	N	N	S
	W	S	W	W	O	S	W	W	W	S	W	S	S	O	–	W	W	O	O	O	O	W
Aufnahmefläche in m²	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	5	2	5	2	2
	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	0	5	0	5	5
Gesamtdeckung in %	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1						
	7	9	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	8	4	9	0	9	6	5	2	4
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
pH in H ₂ O (Krumentiefe)	6	7	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5	6	6	4	4	5	5	6
	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	6	0	8	3	0	9	5	3	7	8	5	3	4	5	3	1	2	8	7	0	5	1
Anzahl der Arten	5	4	5	4	4	4	2	1	2	5	3	4	4	3	2	3	4	1	1	1	2	
	9	1	0	4	0	5	9	8	8	2	2	7	4	6	7	4	2	2	4	9	6	9
Höhenstufenspezifische																						
Artengruppen																						
Montane basiphile																						
Magerweiden																						
<i>Lotus caucasicus</i>	+	2	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Libanotis transcaucasica</i>	1	2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cephalaria gigantea</i>	+	1	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys balansaе</i>	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linum catharticum</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis variegata</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium rubrum</i>	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum oppositifolium</i>	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carlina vulgaris</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula ochroleuca</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis rigensis</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium bauhinii</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus nummularius</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orchis ustulata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola rupestris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hochmontane Fettweiden																						
<i>Agrostis planifolia</i>	1	1	2	2	2	1	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	+	1	1	4	+	2	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago caucasica</i>	+	1	+	2	2	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhinanthus vernalis</i>	+	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex alpestris</i>	.	.	+	+	1	+	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus caucasicus</i>	.	.	.	2	2	.	3	.	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cirsium obvallatum</i>	.	.	.	+	.	.	2	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hochmontane Lägerfluren																						
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	+	2	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Nummern der Aufnahmen

	1	2	3	7	8	9	6	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4						
<i>Veronica filiformis</i>	.	.	.	+	.	.	3	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex alpinus</i>	.	.	.	.	.	.	1	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	.	3	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hochmontane Fettwiesen																					
<i>Hordeum violaceum</i>	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Übrige Arten																					
<i>Trifolium repens</i>	+	+	.	.	2	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	+	2	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra s.l.</i>	.	.	+	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
subalpin-alpin																					
Subalpine bodensaure																					
Magerweiden																					
<i>Nardus stricta</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	3	4	3	2	.	1	1	.	.	+	.	.	.
<i>Botrychium lunaria</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga orientalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Subalpine Windrasen																					
<i>Kobresia capillifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Alpine Zwergstrauchheiden																					
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	+	+	1	1	.	.	.	.
<i>Rhododendron caucasicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	5	.	.	.	.
<i>Dolichorhiza renifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Schneebodenvegetation																					
<i>Taraxacum stevenii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	3	+	.	+	+	.
<i>Sibbaldia semiglabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Gagea anisanthos</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Alpine Ruhschuttinseln																					
<i>Jurinella subacaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Minuartia aizoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Senecio sosnowskii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Übrige Arten																					
<i>Festuca woronowii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	3	2	1	2	+	+	.	.	.
<i>Carex tristis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	1	+	+	+	.	.	2	.	.	+	+	.	.
<i>Carex huetiana</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	2	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Primula algida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Campanula biebersteiniana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Helictotrichon asiaticum</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum viviparum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1	.	.	.	+	.	.
<i>Plantago saxatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Festuca supina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Draba hispida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Anthemis iberica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Gnaphalium supinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	+	1	.	.	.	.
<i>Sedum tenellum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.

Nummern der Aufnahmen	1	2	3	7	8	9	6	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2		
										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
<i>Polygonum carneum</i>	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Avenella flexuosa</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	+	2	.	.	.	.	.
<i>Carum meifolium</i>	.	.	.	1	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula collina</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Orobancha sp.</i>	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex humilis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	1	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anemonastrum fasciculatum</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Traunsteinera sphaerica</i>	.	.	1	.	.	r	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia grossheimii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helictotrichon adzharicus</i>	.	.	.	2	.	.	1	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daphne glomerata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helictotrichon pubescens</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana djimilensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.

Weitere Arten in Aufn. Nr.:

Trifolium rhytidosemum 1,2,7; *Prunella vulgaris* 1,9,10; *Primula auriculata* 2,7,10; *Geranium ibericum* 3,5,14; *Pimpinella rhodantha* 7,8,16; *Coeloglossum viride* 7,10,16; *Draba siliquosa* 13,16,21; *Alchemilla sericata* 16,17,21; *Veronica peduncularis* 1,8; *Cerastium arvense* 1,8; *Rosa sp.* 1,8; *Orchis ustulata* 1,9; *Phleum phleoides* 2,8; *Vicia alpestris* 2,9; *Hedysarum caucasicum* 2,15; *Thesium alpinum* 3,10; *Poa pratensis* 4,5; *Ranunculus elegans* 4,5; *Taraxacum officinale* agg. 4,5; *Galeopsis bifida* 4,6; *Chaerophyllum roseum* 5,13; *Poa supina* 6,7; *Phleum alpinum* 6,7; *Carex pallescens* 7,10; *Platanthera chlorantha* 9,11; *Hieracium hoppeanum* 11,12; *Podospermum alpigenum* 11,13; *Kemulariella caucasica* 12,16; *Hypericum caucasicum* 13,16; *Erigeron sp.* 13,16; *Pedicularis condensata* 15,16; *Colpodium variegatum* 15,19; *Pedicularis nordmanniana* 15,20; *Alchemilla retinervis* 17,21; *Phryne huetii* 17,21; *Achillea millefolium* agg. 1; *Arenaria rotundifolia* 1; *Arnebia decumbens* 1; *Polygala transcaucasica* 1; *Hypericum perforatum* 1; *Scabiosa columbaria* 1; *Koeleria albobii* 1; *Helianthemum grandiflorum* 1; *Silene ruprechtii* 2; *Erysimum sp.* 2; *Polygala alpicola* 3; *Crepis sp.* 3; *Dactylorhiza sp.* 3; *Rubus saxatilis* 3; *Linum hypericifolium* 3; *Scrophularia alata* 4; *Stellaria media* 4; *Urtica dioica* 4; *Geranium pyrenaicum* 4; *Ligusticum alatum* 5; *Tragopogon pratensis* 5; *Carum carvi* var. *roseum* 6; *Bunias orientalis* 6; *Lapsana cf. intermedia* 6; *Capsella bursa-pastoris* 6; *Astrantia trifida* 7; *Campanula sp.* 7; *Polygonum alpinum* 9; *Lathyrus sp.* 9; *Geranium sylvaticum* 9; *Potentilla erecta* 10; *Hieracium cf. pannoniciforme* 10; *Equisetum hyemale* 10; *Campanula trautvetteri* 10; *Centaurea fischeri* 11; *Sibbaldia parviflora* 12; *Viola canina* 12; *Podospermum alpigenum* 12; *Kobresia schoenoides* 12; *Tripleurospermum caucasicum* 12,20; *Colchicum sp.* 14; *Lathyrus cyaneus* 14; *Oxytropis albana* 16; *Inula orientalis* 16; *Pulsatilla violacea* 16; *Gentiana angulosa* 16; *Arenaria lychnidea* 17; *Saxifraga exarata* 17; *Saxifraga mollis* 17; *Carum alpinum* 17; *Solidago alpestris* 17; *Erigeron alpinus* 17; *Galium pumilum* 17; *Salix sp.* 18; *Alchemilla sp.* 19; *Leontodon sp.* 19; *Corydalis alpestris* 20.

Hochmontane Stufe:

Die Grünlandbestände der hochmontanen Stufe unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Standorte von jenen der montanen Stufe weniger durch die wesentlich größere Seehöhe als vielmehr durch ihre kühlere Lage in einem kesselförmigen Hochtalschluss. In der Nähe von Dauersiedlungen sind sie oft stärker dungbeeinflusst. In Geländedepressionen sind ihre Böden von Natur aus in ihrem Wasser- und Nährstoffhaushalt begünstigt. Ihrer größeren Fruchtbarkeit wegen dienen sie bevorzugt der Wiesenutzung. In den Wiesen treten die raschwüchsigen Pflanzen stärker hervor. Die Böden sind durchwegs mittelgründige Braunerden, die in Mulden tiefgründiger sind. Sie weisen einen pH-Wert zwischen 6 und 7 auf.

Die Bestände der Aufnahmen 4–7 sind kennzeichnend für hochmontane, basiphile Fettweiden. Negativ gekennzeichnet sind sie vor allem durch das Fehlen von *Nardus stricta*. Das regelmäßige, meist vereinzelte Auftreten von *Trisetum flavescens* weist auf die Ähnlichkeit mit den hochmontanen Grünlandbeständen in den Westalpen hin, in denen ebenfalls vereinzelt *Trisetum flavescens* vorkommt. Typisch für die Bestände in Ermani ist das meist stärkere Auftreten von *Agrostis planifolia*, *Plantago caucasica* und *Ranunculus caucasicus*. Durch Düngung mit Stallmist nimmt *Trisetum flavescens* stark zu, wie der Bestand von Aufnahme 7 zeigt. Sein bestandbildendes Auftreten wirkt stark ertragsteigernd. Damit verbunden ist aber das baldige Aufkommen von *Rumex alpinus*.

Mit weiterer Zunahme des Dungeinflusses verwandeln sich diese Bestände in Lägerfluren mit vorwiegend *Rumex alpinus* (Aufnahme 8). In diesen tritt nicht wie in den Alpen *Poa supina*, sondern *Poa trivialis* bestandbildend auf. Kennzeichnend ist auch das zahlreiche Auftreten von *Veronica filiformis*. Eine Besonderheit dieser Lägerbestände ist, dass bei *Rumex alpinus* die dicken Rhizome zugunsten einer stärkeren polbürtigen Bewurzelung stark zurücktreten.

Der Bestand der Aufnahme 9 befindet sich in einer schüsselförmigen Mulde mit tiefgründiger Braunerde, deren Wasser- und Nährstoffhaushalt von Natur aus sehr begünstigt ist. Das einströmende, mit Nährstoffen angereicherte Sickerwasser ermöglicht einen üppigen Wiesenbestand mit vorherrschend *Hordeum violaceum* (Abb. 6). Dieses Gras verhält sich hinsichtlich seiner Standortansprüche ähnlich wie *Alopecurus pratensis* in den Alpen. Die Böden der *Hordeum violaceum*-Bestände sind im Kaukasus jedoch in den tieferen Schichten nicht bis kaum vergleyt, was für die Böden der *Alopecurus pratensis*-Bestände in den Alpen durchwegs der Fall ist. Die Wiesenbestände mit vorherrschend *Hordeum violaceum* sind sehr ertragreich. Selbst ohne zusätzliche Düngung bringen sie Heuerträge um 50 dt/ha. Sie werden daher durchwegs gemäht.

Die auf den Standorten der Grünlandbestände (Tab. 14, Aufnahmen 4–9) gemessenen Bodentemperaturen sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tab. 4: Bodentemperaturen in °C von Grünlandbeständen der hochmontanen Stufe, 11. Juli 1989 (Tab. 14, Aufnahmen 4–9). – Soil temperatures (°C) of grassland areas in the high-montane belt, 11 July 1989 (Tab. 14, surveys 4–9).

Uhrzeit	Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	50
10.40	Aufn. 4	15,5	13,8	13,2	13,0	12,6	12,1	11,5
10.00	Aufn. 7	114,0	12,5	12,6	12,4	11,9	11,0	10,5
21.00	Aufn. 8	12,3	12,0	11,8	11,1	10,3	10,1	9,7
19.20	Aufn. 9	14,3	13,5	13,3	12,8	12,4	12,1	11,7

Wegen des nicht zu großen zeitlichen Abstands am besten vergleichbar sind die Temperaturen der Flächen der Aufnahmen 4 und 7. Unter dem weniger dichten, niedrigeren Bestand der Aufnahme 4 sind die Temperaturen bei gleicher Exposition und Höhenlage höher als unter dem dichteren, hochwüchsigeren Bestand der Aufnahme 7 mit vorherrschend *Trisetum flavescens*. Am tiefsten sind die Temperaturen unter dem Bestand der Aufnahme 8 infolge der starken Bodenbeschattung durch die Blätter von *Rumex alpinus*. Die relativ hohen Bodentemperaturen unter dem Bestand mit *Hordeum violaceum* (Aufnahme 9) sind auf die wärmestauende, windgeschützte Kessellage zurückzuführen.

Subalpine Stufe:

Der Übergang vom Hochmontan zum Subalpin und vom Subalpin zum Alpin ist aus der Abfolge der Grünlandbestände kaum erkennbar. Eine deutliche Abgrenzung ihrer Einheiten nach der Seehöhe ist daher schwer möglich. Wohl aber ergeben sich gut abgrenzbare Einheiten aufgrund der verschiedenen Exposition und Geländegestalt wie Abbildung 7 zeigt.

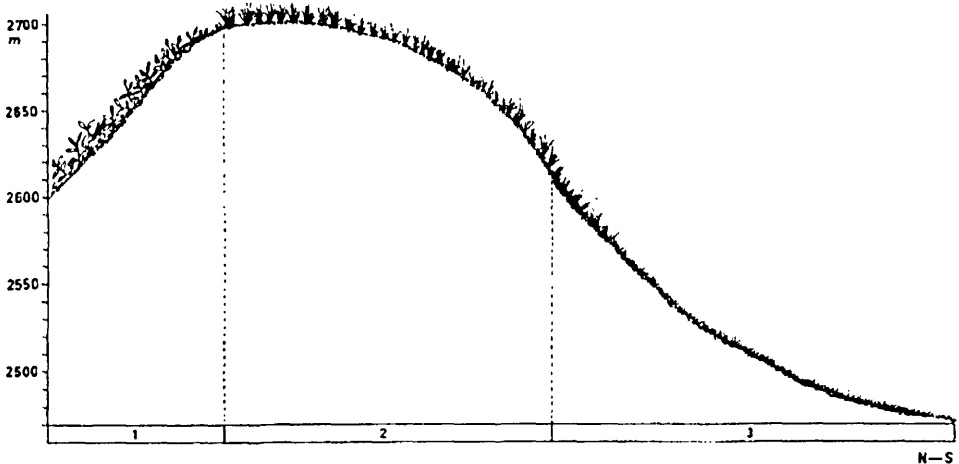


Abb. 7: Vegetationsprofil eines Höhenrückens im Gebiet von Ermani. 1 Bestände mit vorherrschend *Rhododendron caucasicum*, 2 mit vorherrschend *Festuca woronowii*, 3 mit vorherrschend *Nardus stricta*. – Vegetation profile in the region of Ermani. 1 Vegetation dominated by *Rhododendron caucasicum*, 2 dominated by *Festuca woronowii*, 3 dominated by *Nardus stricta*.

In den konkaven Lagen mit tiefgründigeren, feinerdereichereren Braunerden und längerer Schneelage finden sich, wie in den Alpen, gut ausgebildete Nardeten (Tab. 14, Aufnahmen 10–13). Sie reichen an schattigen, kühlen Stellen bis in die hochmontane Stufe hinab. Höhenstufenspezifische Arten dieser Nardeten sind außer *Nardus stricta* vor allem *Botrychium lunaria* und *Ajuga orientalis*. Ständige Begleiter sind *Carex tristis* und *Carex huetiana*, *Anthoxanthum odoratum*, *Leontodon hispidus*, *Betonica grandiflora*, *Pedicularis chroorrhyncha* und *Luzula pseudosudetica*.

Auf den trockeneren, schneearmen Hangrücken tritt statt *Nardus stricta* *Festuca woronowii* bestandsbildend hervor (Abb. 8, Tab. 14, Aufnahme 14–17). Das ist auch dann der Fall, wenn der Boden auf den Hangrücken nicht flachgründiger ist als in den anschließenden Hangmulden mit *Nardus stricta*. So sind die Böden der Aufnahme 13 mit vorwiegend *Nardus stricta* und der Aufnahme 14 mit vorherrschend *Festuca woronowii* hinsichtlich ihrer Tiefgründigkeit nicht zu unterscheiden. Beide weisen einen Humushorizont von über 50 cm Mächtigkeit auf. Der Humusgehalt ist aber auf dem Hangrücken geringer. Dies lässt auf einen stärkeren Humusabbau infolge zeitweise höherer Temperaturen in den oberen Bodenschichten schließen (vgl. SILKE u. zit. Lit.). In der Tat sind die Oberbodentemperaturen bei gleicher Himmelslage und Neigung auf dem Hangrücken mit vorwiegend *Festuca woronowii* höher als in der seichten Hangmulde mit vorwiegend *Nardus stricta* wie Messungen vom 12. Juli 1989 zwischen 17 und 17.30 Uhr zeigten (Tab. 5).

Tab. 5: Bodentemperaturen in °C in einer Hangmulde mit *Nardus stricta* (Tab. 14, Aufn. 13) und auf einem Hangrücken mit *Festuca woronowii* (Tab. 14, Aufn. 14) am 12. Juli 1989 zwischen 17 und 17.30 Uhr. – Soil temperatures (°C) in a slope vale with *Nardus stricta* (Tab. 14, survey 13) and in a slope ridge with *Festuca woronowii* on 12 July 1989 between 17:00 and 17:30 (Tab. 14, survey 14).

Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	50
Aufn. 13	16,4	15,9	13,6	11,6	11,0	10,3	9,6
Aufn. 14	16,9	17,0	15,9	12,3	10,9	10,0	9,6

Die höhere Bodenwärme hat auch einen höheren pH-Wert zur Folge. Er liegt in *Nardus*-Beständen meist unter 6, in *Festuca woronowii*-Beständen meist über 6.

Festuca woronowii ist wie *F. varia* in den Alpen kennzeichnend für stärker wasserdurchlässige, skelettreiche Böden. Wenn diese in den oberen Schichten noch genug Feinerde aufweisen, kommen *Festuca woronowii* und *Nardus stricta* gemeinsam vor. Wenn der Feinerdeanteil zu gering wird, tritt *N. stricta* weitgehend zurück. *F. woronowii* herrscht dann in den Beständen vor. Trotz ihres örtlich vorherrschenden Auftretens ist *F. woronowii* keine sehr gesellschaftsspezifische Art. Sie kommt in der subalpinen Stufe auf skelettreicheren Böden zu allgemein vor und kann noch in größerer Seehöhe als *Nardus stricta* bestandsbildend auftreten.

Auf windexponierten Hangrippen in der alpinen Stufe bilden *Kobresia capillifolia*, *Festuca woronowii* und *Carex tristis* Mischbestände. Ein Beispiel dafür ist Aufnahme 17 (Tab. 14). Der Boden dieses Bestandes ist ein Braunerdekolluvium, das noch einen 40 cm mächtigen Humushorizont aufweist. Darunter ist das humose, lehmig-schluffige Material mit Silikatgrus und -schutt vermengt. Die Temperaturen der obersten Bodenschichten waren in diesem Mischbestand höher als im Bestand mit vorherrschend *Festuca woronowii*. Dies wohl deshalb, weil die Messung früher erfolgte. In den tieferen Lagen waren sie, dem kühleren Standort gemäß, niedriger (Tab. 6).

Tab. 6: Bodentemperaturen in °C auf einem Hangrücken mit *Festuca woronowii* (Tab. 14, Aufn. 14) und auf einer windexponierten Hangrippe mit *Festuca woronowii* und *Kobresia capillifolia* (Tab. 14, Aufn. 17) am 12. 7. 1989. – Soil temperatures (°C) in a slope ridge with *Festuca woronowii* (Tab. 14, survey 14) and in a wind-exposed slope rip with *Festuca woronowii* and *Kobresia capillifolia* (Tab. 14, survey 17) on 12 July 1989.

Uhrzeit	Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	50
17.00	Aufn. 14	16,9	17,0	15,9	12,3	10,9	10,0	9,6
15.00	Aufn. 17	22,8	18,4	12,4	8,6	7,8	6,9	6,6

Alpin:

In der alpinen Stufe hat die Geländeform selbst auf kleinem Raum besonders starken Einfluss auf die Ausbildung der Pflanzenbestände. Infolge der erhöhten Wärmeabstrahlung und der verstärkten Windwirkung wird das Klima der bodennahen Luftschicht von der Geländeausbildung stärker beeinflusst als in den tieferen Lagen mit ihren bis in größere Höhen reichenden wärmeren Luftschichten.

An den Hängen mit meist tiefgründigen, aber stets stärker durchsteinten Böden über ruhendem Schutt breiten sich Bestände von *Rhododendron caucasicum* aus (Abb. 9, Tab. 14, Aufnahmen 18, 19). Sie meiden, wie im gesamten Zentralkaukasus, die stärker erwärmten, besonnten Lagen (vgl. WALTER 1974).

Unter den geschlossenen Beständen sammelt sich, ähnlich wie unter dichten Beständen von *Rhododendron ferrugineum* in den Alpen, eine Rohhumusschicht an. Darunter folgen Schichten von Grob- und Feinmoder. Die Böden sind sehr sauer. Ihre Dynamik ist ausgeprägt podsolig. Ein gut entwickelter Podsol konnte trotzdem nicht gefunden werden. Anscheinend vermindert das schluffreiche Feinmaterial die Auswaschung. Diese im Alpin wohl am stärksten auffallenden Bestände wurden bereits von PYSĚK & ŠRÚTEK (1989) als *Rhododendron-Vaccinium* community beschrieben. Höhenstufenspezifische Arten sind neben *Rhododendron caucasicum* *Dolichorhiza renifolia* und *Vaccinium myrtillus*.

Obwohl *Rhododendron caucasicum* bei Ansammlung hoher Schneewächten noch am Rand von Birkenwäldern vorkommt, tritt die Art am häufigsten in der alpinen Stufe auf, in der sie mit ihren Blüten ganze Hänge weiß färbt. Vereinzelt dringt sie sogar noch in die subnivale Stufe vor. Sie unterscheidet sich darin deutlich von *Rhododendron ferrugineum* und *R. hirsutum*, die in den Alpen auf die subalpine Stufe beschränkt bleiben.

In den gut ausgeprägten Schneemulden befindet sich eine Schneebodenvegetation. Sie enthält keine so kennzeichnenden Arten wie die Schneebodengesellschaften in den Alpen. Am besten ist sie durch das vorherrschende Auftreten von *Taraxacum stevenii* und *Sibbaldia semiglabra* gekennzeichnet (Tab. 14, Aufnahme 20). In den Alpen sind *Taraxacum alpinum* und *Sibbaldia procumbens* kennzeichnende Arten. Die Bestände sind sehr lückig. Die Böden sind in den obersten Schichten reich an schluffigem Feinmaterial, daher dicht gelagert und wenig steinig. Sie weisen eine $\pm$ deutliche nivigene Pseudovergleitung auf. Ihr Humusgehalt ist durchwegs gering. Es können sich aber schwach humose A-Horizonte bis zu 15 cm Mächtigkeit bilden. Die Durchmischung mit Grus und Schutt beginnt ab einer Tiefe von ca. 20 cm, mitunter auch wesentlich tiefer.

Auf windgefügten Rücken entwickeln sich auf initialem Ranker über ruhendem Grus und Schutt lückige Steinfluren mit vorherrschend *Jurinella subacaulis* (Abb. 10, Tab. 14, Aufnahme 21). Nach ihrem Standort ähneln sie den *Saussurea*-Beständen in den Alpen.

Auf den windgefügten Rücken mit vorwiegend *Jurinella subacaulis* (Aufnahme 21) ist der Boden infolge geringerer Durchfeuchtung etwas wärmer als in den Schneemulden (Aufnahme 20). Am kältesten ist er unter dem nahezu geschlossenen Bestand von *Rhododendron caucasicum* (Aufnahme 19). Mit Abnahme der Bodentemperatur sinkt auch der pH-Wert der Böden, wie Tabelle 7 zeigt.

Tab. 7: Bodentemperaturen in °C und pH-Werte (in Krumentiefe) alpiner Vegetationseinheiten (Tab. 14, Aufn. 19–21) am 10. Juli 1989 zwischen 16 und 18 Uhr. – Soil temperatures (°C) and pH values at topsoil level in alpine vegetation units (Tab. 14, surveys 19–21) on 10 July 1989 between 16:00 and 18:00.

Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	pH
Aufn. 19	11,9	10,4	8,3	7,2	6,2	5,8	4,7
Aufn. 20	14,3	13,5	11,3	8,1	7,5	7,1	5,0
Aufn. 21	15,9	13,7	11,0	8,2	7,9	7,8	5,5

Subnival:

Die Bestände der subnivalen Schuttvegetation (Tab. 14, Aufnahmen 22–24) erreichen infolge der kurzen Vegetationszeit auf den wenig stabilen Rohböden aus Fein- und Grobschutt in der Regel nur eine Bodenbedeckung von 20–30%. In stärker erosionsgefährdeten Rinnen nimmt sie weiter ab. Auf flachen Höhenrücken mit ruhendem Feinschutt kann sie bis gegen 50% ansteigen. Ihr Grasanteil ist sehr gering. Die Gräser können sich in dem beweglichen Schutt nicht ausreichend bewurzeln. Bei genügend Feinmaterial kann *Alopecurus dasyanthus* (Abb. 11) vereinzelt bis zahlreich auftreten. Hinsichtlich der Artenzusammensetzung sind die Bestände relativ einheitlich und deutlich gegen die hochalpinen Rasen abgegrenzt. Besonders kennzeichnend für sie sind *Alopecurus dasyanthus*, *Veronica schistosae* und *Saxifraga pseudolaevis*. *Potentilla gelida* kommt zwar ebenfalls häufig vor, doch tritt diese Art auch in tieferen Lagen auf.

Höhenstufengliederung bei Gudauri Übersicht

Am Oberlauf des Aragwa-Flusses befindet sich der montane Buchenwaldgürtel mit *Fagus orientalis* auf den schattseitigen Hängen. Auf den steil ansteigenden Südhängen sind in ca. 1.600 m Seehöhe vereinzelt noch Arten des thermophilen Eichenwaldes zu finden, wie *Quercus iberica* und *Carpinus orientalis*. Häufig wachsen in den Steilstufen, vor allem im felsigen Gelände, Sträucher wie *Prunus divaricata*, *Prunus avium*, *Cornus mas*, *Crataegus ambigua*, *C. melanocarpa*, *Euonymus europaea*, *E. leiophloea*, *E. verrucosa*, *Fraxinus excelsior* und *Rosa*-Arten. Dazwischen breiten sich im weniger steilen Gelände stark übernutzte Weiden aus. Im oberen Bereich der Südflanke, wo sie in ein stärker gegliedertes Hochplateau ausläuft, beginnt ab ca. 1.700 m Höhe ein Strauchgürtel mit *Rhododendron luteum* (Abb. 12); er reicht bis etwa 2.100 m. Von ihm sind nur noch Restbestände vorhanden.

Auf dem Hochplateau wurde der größte Teil des Waldes in Acker- und Wirtschaftsgrünland umgewandelt. An das Hochplateau schließt sich nach oben ein vorwiegend südexponierter Hang an. Wegen seines für die Bewirtschaftung günstigen Geländes musste auch hier der subalpine Birkenwald fast zur Gänze den Weiderasen weichen. Der obere Bereich des Hanges läuft in eine weite, schwach geneigte, kesselförmige Hangmulde aus, die mit einer Schneebodenvegetation bedeckt ist. Die Hangmulde geht plötzlich in eine steil aufragende Gipfelregion über. An ihren Steilhängen ist sie vorwiegend mit Blockschutt bedeckt. In der Gipfelregion findet sich eine spärliche Schuttvegetation ein. In kleinen Sattelzonen breiten sich nahezu geschlossene, niedrige Rasenflecken aus.

Bezeichnend für diesen bis in die Gipfelregion hinauf vorwiegend südexponierten und daher wärmebegünstigten Hang ist, dass Zwergstrauchbestände mit *Rhododendron caucasicum* fehlen. Wegen seines günstigen Geländes und seines sonnenreichen, wintermilden Klimas ist er ein bekanntes und beliebtes Schigebiet.

Gliederung der Grünlandbestände

Die Höhenstufengliederung der Grünlandbestände entspricht annähernd jener von Ermani. Infolge der höheren Niederschläge, des sanfteren Geländes und der meist tiefergründigeren, weniger stark durchsteinten Böden ergeben sich aber einige bemerkenswerte Unterschiede.

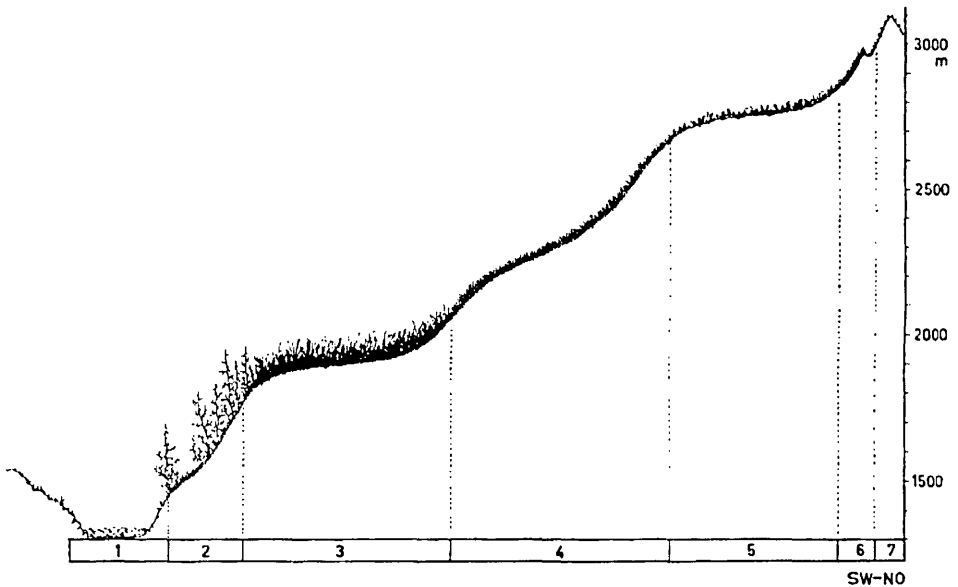


Abb. 13: Vegetationsprofil im Raum von Gudauri. 1 Aragwa-Fluss, 2 vereinzelt *Quercus iberica* und *Carpinus orientalis*, thermophile Sträucher, dazwischen Weiden mit hohem Anteil an *Lolium perenne* und *Cynosurus cristatus*, 3 Äcker und Wirtschaftsgrünland, vereinzelt *Rhododendron luteum*-Gebüsch, 4 Nardetum, bis ca. 2.100 m vereinzelt *Rhododendron luteum*, 5 Schneebodenvegetation, 6 *Carex tristis*-Windrasen, 7 Schuttvegetation der Gipfelregion. – Vegetation profile in the region of Gudauri. 1 Aragwa-River, 2 scattered *Quercus iberica* and *Carpinus orientalis*, thermophilic shrubs, interspersed with pastures with high coverage of *Lolium perenne* and *Cynosurus cristatus*, 3 fields and farmland, isolated *Rhododendron luteum*-shrubby, 4 Nardetum, up to ca. 2100 m isolated *Rhododendron luteum*, 5 snow coomb vegetation, 6 *Carex tristis* in wind exposed lawns, 7 scree vegetation of the mountain peak.

Montane Stufe:

Die montane Stufe wird fast zur Gänze von der steilen, felsigen, wärmebegünstigten Südflanke gegenüber dem Ort Mleta eingenommen. Sie ist hauptsächlich von den oben erwähnten Sträuchern bewachsen. Rasen sind nur kleinflächig in flacheren, weniger steinigen Hangteilen vorhanden. Nach ihrer Artenzusammensetzung haben sie eine große Ähnlichkeit mit dem Lolio-Cynosuretum in Mitteleuropa. Sie sind aber stärker wärmebegünstigt. Ihre Böden sind mitteltiefgründige Braunerden. Der Boden der vorliegenden Aufnahme (Tab. 15) hat folgende Horizontfolge: A₁ 0–30 cm humoser lehmiger Sand, dicht, aber krümelig, A₂ –40 cm und tiefer schwach humoser lehmiger Sand, krümelig steinig.

Hochmontane Stufe:

Die hochmontane Stufe nimmt ein weites, stärker gegliedertes Hochplateau ein. Infolge seiner günstigen Lage wird es seit langem intensiver landwirtschaftlich genutzt. In der Grünlandwirtschaft herrscht die Weidenutzung vor. Die hochmontanen Fettweiden (Abb. 17, Tab. 15, Aufnahmen 2–4) weichen in ihrer Artenzusammensetzung insofern von jenen in Ermani ab, als sie wegen der intensiveren Nutzung mehr Arten des Wirtschaftsgrünlandes enthalten. Bei stärkerem Dungeinfluss tritt wiederum *Hordeum violaceum* bestandbildend hervor (Tab. 15, Aufnahme 5). Die dazugehörigen Böden sind tiefgründige Braunerden. Wegen ihrer stärkeren Beschattung durch den dichten und hochwüchsigen Bestand von *Hordeum violaceum* sind sie bei gleicher Exposition kühler als jene, die selbst durch goldhaferreichere Bestände weniger stark beschattet werden. Dies zeigen die Bodentemperaturen in folgender Tabelle.

Tab. 8: Bodentemperaturen in °C unter einem Bestand mit *Trisetum flavescens* (Tab. 15, Aufn. 4) und *Hordeum violaceum* (Tab. 15, Aufn. 5) vom 15. Juli 1989 zwischen 16.30 und 17 Uhr. – Soil temperatures (°C) beneath a stand of *Trisetum flavescens* (Tab. 15, Aufn. 4) and *Hordeum violaceum* (Tab. 15, survey 5) on 15 July 1989 between 16:30 and 17:00.

Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	50
Aufn. 4	27,0	23,3	22,3	19,2	18,5	17,3	16,2
Aufn. 5	22,6	20,8	19,8	17,6	16,7	15,6	15,0

Subalpine Stufe:

Die sanften, weiten, sonnigen Hänge der subalpinen Stufe um Gudauri sind ideal für die Weidewirtschaft geeignet. Dementsprechend gründlich wurden die Holzgewächse vom Weiderasen verdrängt. Er ist ein gut ausgebildetes Nardetum (Tab. 15, Aufnahmen 6–10). Es erstreckt sich vom oberen Bereich des Strauchgürtels mit *Rhododendron luteum* in ca. 2.000 m Seehöhe bis in den unteren Bereich der Schneebodenvegetation in ca. 2.700 m Höhe. Seine Standorte sind im Vergleich zu jenen von Ermani kühler, feuchter und schneereicher. Darauf weisen der hohe Anteil von *Nardus stricta* und das zahlreiche Auftreten von *Sibbaldia parviflora* hin, die in Ermani im Nardetum fehlt.

Gegenüber jenen von Ermai unterscheiden sich diese Nardeten auch durch das Fehlen von *Festuca woronowii*. Dies ist hauptsächlich auf die feinerdereicheren, tiefgründigeren Braunerden über Tonschiefer zurückzuführen, die selbst in tieferen Schichten kaum mit Steinen durchsetzt sind. Ihre höhere wasserhaltende Kraft bewirkt auch ein kühleres Bodenklima. Die Abnahme der Bodentemperaturen von den hochmontanen Weiden bis zur Schneebodenvegetation ist aus Tabelle 9 ersichtlich.

Tab. 9: Bodentemperaturen in °C unter einer hochmontanen Fettweide (Tab. 15, Aufn. 2), unter Nardeten (Tab. 15, Aufn. 6–9) und unter Beständen der Schneebodenvegetation (Tab. 15, Aufn. 11–12) – Soil temperatures (°C) beneath an high-montane fertile meadow (Tab. 15, survey 2), under a Nardetum (Tab. 15, surveys 6–9) and beneath snow coomb vegetation (Tab. 15, surveys 11–12).

Datum	Uhrzeit	Tiefe cm	5	10	20	30	40	50	Höhe m	Nardus
15. 7.	13.30	Aufn. 2	23,4	20,3	18,6	18,0	17,0	16,3	1.780	1 Deckung
15. 7.	19.15	Aufn. 6	22,5	21,5	18,0	16,2	15,5	14,6	2.030	3
14. 7.	19.15	Aufn. 8	18,9	17,8	14,0	12,4	11,7	11,1	2.380	4
14. 7.	18.15	Aufn. 9	16,0	14,1	11,5	10,6	9,8	9,4	2.600	4
14. 7.	17.30	Aufn. 11	16,7	13,2	10,4	9,7	8,6	8,2	2.750	2
14. 7.	16.30	Aufn. 12	14,8	12,3	9,3	8,6	7,9	7,6	2.800	r

Nummern der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seehöhe in 10 m	160	178	185	189	190	203	238	238	260	265	275	280	285	295	311
Neigung in Grad	15	5	5	5	5	25	15	25	20	4	3	2	25	35	40
Exposition	SW	SW	SW	SW	SW	SSW	O	SW	S	O	S	SW	S	SO	SO
Aufnahmefläche in m²	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	25
Gesamtdeckung in %	95	95	100	100	100	90	90	90	95	90	95	75	98	95	20
pH in H ₂ O (Krumentiefe)	7,3	5,1	4,9	5,7	6,8	5,6	5,4	5,2	5,5	5,3	5,6	5,7	5,5	6,5	7,8
Anzahl der Arten	24	34	20	31	26	26	22	20	26	25	18	15	17	18	15

Festuca rubra s.l.

[illegible]

Nummern der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
subalpin-alpin															
Bodensaure subalpine															
Magerrasen															
<i>Nardus stricta</i>	.	1	.	.	.	3	2	4	4	4	2	r	.	.	.
<i>Plantago saxatilis</i>	.	.	.	.	.	1	.	+	+	1	+	.	.	.	.
<i>Sibbaldia parviflora</i>	.	.	.	.	.	2	2	.	2	1	.	.	.	.	.
<i>Trifolium ambiguum</i>	.	.	.	.	.	+	1	2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum lobelianum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Schneebodenvegetation															
<i>Taraxacum stevenii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	3	3	3	+	.
<i>Gnaphalium supinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	2	.	.
<i>Tripleurospermum subnivale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	3	1	.	1
<i>Cerastium cespitosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.
<i>Sibbaldia semiglabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	2	.	.
<i>Gagea anisanthos</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.
<i>Mniuraria aizoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.
Hochalpine Rasenflecken															
<i>Carex tristis</i>	.	.	.	.	.	1	.	+	+	.	+	.	.	4	.
<i>Alchemilla sericea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+
<i>Festuca supina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Campanula biebersteiniana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Gentiana djimilensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Draba siliquosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Oxytropis albana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Übrige Arten															
<i>Alchemilla retinervis</i>	.	.	.	.	.	1	3	2	2	.	2	3	3	r	.
<i>Carum caucasicum</i>	.	+	.	.	.	+	2	.	+	+	2	2	2	2	.
<i>Poa alpina</i>	.	.	.	.	.	.	2	+	+	+	1	1	1	.	.
<i>Luzula pseudosudetica</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	1	+	1	.	.
<i>Potentilla crantzii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	2	+	+	.	.
<i>Cerastium purpurascens</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	.	.	.	+	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	.	.	.	.	+	.	2	.	1	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis nordmanniana</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.
subnival															
Schuttvegetation															
<i>Alopecurus dasyanthus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Potentilla gelida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Saxifraga pseudolaevis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Ranunculus lojkae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Chaerophyllum humile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Colpodium versicolor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Veronica schistosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Anthemis sosnowskyana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Androsace villosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Weniger an bestimmte Höhenstufen gebundene Arten															
<i>Carex medwedewii</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.
<i>Myosotis alpest. var. grandiflora</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	.

Nummern der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Phleum alpinum</i>	.	+	1	.	.	.	1	+	1	1	.	.	.	.	.
<i>Veronica gentianoides</i>	+	.	.	+	.	+	.	.	.	1	+	.	+	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> agg.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia</i> sp.	.	+	.	1	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus oreophilus</i>	+	.	.	.	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium trichocephalum</i>	.	+	.	+	.	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cruciata laevipes</i>	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene ruprechtii</i>	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex alpestris</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.

Weitere Arten in Aufnahme Nr.:

Centaurea sp. 1; *Helictotrichon adjaricum* 8,14; *Briza markowiczii* 9,10; *Colpodium variegatum* 9,11; *Achillea millefolium* agg. 1,5; *Taraxacum* sp. 1,10; *Viola canina* 2,6; *Cirsium obvallatum* 2,7; *Carlina vulgaris* 2,6; *Linum catharticum* 2,6; *Carum carvi* var. *roseum* 4,5; *Briza media* 4,5; *Carex pallescens* 4,6; *Geranium gymnocaulon* 10,13; *Carex micropodioides* 12,13; *Tripleurospermum caucasicum* 9,15; *Sedum tenellum* 1; *Cirsium* sp. 1; *Astrodaucus orientalis* 1; *Pyrus caucasica* 2; *Erigeron acris* 2; *Cirsium rhizocephalum* 3; *Rumex acetosella* 3; *Trifolium spadiceum* 4; *Lapsana communis* 4; *Astrantia trifida* 4; *Taraxacum officinale* agg. 5; *Convolvulus arvensis* 5; *Heracleum sosnowskii* 5; *Lathyrus pratensis* 5; *Bromopsis variegata* 6; *Pimpinella rhodantha* 6; *Poa supina* 7; *Tanacetum vulgare* 7; *Cerastium cerastioides* 7; *Carex huetiana* 7; *Rumex alpinus* 7; *Betonica macrantha* 8; *Daphne glomerata* 8; *Minuartia oreina* 9; *Koeleria albobii* 9; *Primula algida* 9; *Podospermum alpinum* 9; *Sedum oppositifolium* 10; *Arenaria rotundifolia* 10; *Luzula spicata* 14; *Polygonum carneum* 14; *Dentaria microphylla* 15; *Draba bryoides* 15; *Lloydia serotina* 15; *Cerastium polymorphum* 15.

Alpine Stufe:

Die weite kesselförmige Mulde wird zur Gänze von der Schneebodenvegetation eingenommen. Auf den steiler ansteigenden konkaven Flanken reicht sie bis an die Felsstufe heran. Die sanften Hänge sind mit zahlreichen, vertikal verlaufenden Erosionsrinnen durchzogen. Das tiefgründige schluffreiche Feinmaterial aus Liastonschiefer (BERG 1959) ist besonders erosionsanfällig. Die schwache Bewurzelung der Schneebodenvegetation bietet nur einen geringen Erosionsschutz. Hangabwärts verschwinden die Erosionsrinnen mit Beginn der dichten, stärker bewurzelten Borstgrasrasen (Abb. 14), obwohl die Hangneigung und die Intensität der Bewirtschaftung zunehmen.

Wie in Ermani treten auch in dieser Schneebodenvegetation *Taraxacum stevenii* (Abb. 15) und teilweise auch *Sibbaldia semiglabra* bestandbildend hervor (Tab. 15, Aufnahmen 11–13). Vereinzelt bis sehr zahlreich kommen auch *Gagea anisanthos*, *Gnaphalium supinum*, *Tripleurospermum subnivale*, *Cerastium cespitosum* und *Minuartia aizoides* vor.

Auf einem windexponierten Sattel am Übergang zur subnivalen Stufe breiten sich die letzten Rasenflecken aus. Sie werden vorwiegend von *Carex tristis* gebildet, die hier eine auffallend hohe Dominanz aufweist (Tab. 15, Aufnahme 14). Die Art wächst in dichten Beständen auf feinsedimentreichen Böden über ruhendem Schutt. Der Humushorizont ist nur wenige cm mächtig. Der Humus ist ein schwarzbrauner, schmieriger Pechmoder. Unter dem Humushorizont sind leichte Bleichungen zu sehen, die auf eine nivigene Pseudovergleyung hinweisen. Der schluffreiche B_v-Horizont reicht bis zu einer Tiefe von ca. 40 cm. Der pH-Wert ist mit 6,5 relativ hoch. Die Temperaturen sind infolge der starken Windwirkung deutlich niedriger als in den darunter liegenden, stärker windgeschützten

Schneetälchen. Sie sind sogar niedriger als in der bodentrockeneren subnivalen Schuttvegetation, wie Tabelle 10 zeigt.

Tab. 10: Bodentemperaturen in °C unter einem Bestand mit *Carex tristis* (Tab. 15, Aufn. 14) und unter einer subnivalen Schuttvegetation (Tab. 15, Aufn. 15) am 14. Juli 1989 zwischen 14 und 14.30 Uhr. – Soil temperatures (°C) beneath a stand with *Carex tristis* (Tab. 15, survey 14) and below a subnival scree vegetation (Tab. 15, survey 15) on 14 July 1989 between 14:00 and 14:30.

Tiefe cm	0	5	10	20	30	40	50
Aufn. 14	12,8	8,4	7,6	6,7	6,1	5,7	5,3
Aufn. 15	15,7	12,5	8,8	7,4	6,1		

Subnivale Stufe:

Die Vegetation in der steilen Gipfelregion hat eine sehr ähnliche Artenzusammensetzung wie die subnivale Geröllflur im Gebiet von Ermani. Als bemerkenswert kennzeichnende Art kommt *Chaerophyllum humile* (Abb. 16) hinzu, die auf die höheren Niederschläge hindeuten dürfte. Der lehmige Schluff zwischen dem Fein- und Grobschutt hat mit 7,8 einen auffallend hohen pH-Wert. Ein pH-Wert zwischen 8 und 9 wurde von SOLAR (1981, 1986) auch auf den subnivalen Schuttfluren über Kalkglimmerschiefer am Hochtor im Großglocknergebiet (Hohe Tauern, Österreich) gemessen. Durch die intensive Verwitterung erfolgt im schluffigen Feinmaterial eine starke Freisetzung von Alkalien, deren Konzentration zu den hohen pH-Werten führt.

Höhenstufengliederung bei Kasbegi

Die Hochgebirgswiesen im Raume von Kasbegi wurden von NAKHUTSRISHVILI (1988) hinsichtlich ihrer Ökologie in russischer Sprache zusammenfassend dargestellt.

Übersicht

Die Höhenstufengliederung der Vegetation ähnelt weitgehend jener von Ermani. Im Hochtal des Terekflusses fehlt jedoch die Buchenstufe. An dem nach Süden geneigten Schuttfächer bei Kasbegi sind Bestände von *Pinus sosnowskyi*, die zum Teil gepflanzt sind, bis ca. 2.100 m Seehöhe zu finden. Auf den schattseitigen Hängen reicht der Birkenwald bis zur Talsohle herab. Wie bei Ermani geht er ab ca. 2.300 m Höhe in den subalpinen Birken-Strauchgürtel über. Dieser reicht bis ca. 2.500 m, dann wird er wiederum vom Zwergstrauchgürtel mit *Rhododendron caucasicum* abgelöst. Auf Flächen mit Schneewächten im Windschatten vertikal verlaufender Hangkanten wird der Birken-Strauchgürtel herabgedrückt. An seine Stelle treten scharf abgegrenzte Bestände von *Rhododendron caucasicum*. Zwischen 3.000 und 3.100 m Seehöhe beginnt die Schuttvegetation. Auch in Kasbegi hat der Weiderasen den Birkenwald bis auf Restbestände an Steilhängen verdrängt.

Gliederung der Grünlandbestände

Die Höhenstufengliederung der Grünlandbestände weicht nicht wesentlich von jener in Ermani und Gudauri ab. Die geringeren Niederschläge bewirken jedoch eine deutliche Veränderung der Artenzusammensetzung und der regionalen Ausbreitung der Vegetationseinheiten. So ist *Trisetum flavescens* in den hochmontanen Wiesen kaum zu finden. *Festuca woronowii* tritt in der subalpinen Stufe neben *Carex tristis* am stärksten bestandbildend hervor. *Nardus stricta* bleibt auf die Schneetälchen-Randzonen und auf schattige Hänge der alpinen und subalpinen Stufe beschränkt. Die *Kobresia*-Windrasen nehmen auf den weiten Höhenrücken am Fuß des Kasbek relativ große Flächen ein. *Chamaescladium acaule* (Abb. 3), das in Ermani und Gudauri nicht gefunden wurde, kommt von der Talsohle bis in die subalpine Stufe auf stark übernutzten oder von Natur aus kurzen Rasen zum Teil häufig vor.

Hochmontane Stufe:

In der Umgebung der Dauersiedlungen überwiegen im Grünland die Wirtschaftswiesen (Tab. 16, Aufnahmen 1–9). Vor allem auf dem breiten Schuttfächer am Fuß des Kuro, wo sich die Restbestände von *Pinus sosnowskyi* befinden, nehmen sie größere Flächen ein. Sie wachsen auf schotterreichem Ranker aus Tonschiefer mit einem Humushorizont bis zu 1 m Tiefe (Abb. 2). Der schwarze Humus ist feinkrümelig. Die oberen Bodenschichten sind relativ trocken. Die unteren sind ab einer Tiefe von 70–90 cm leicht sickerfeucht. Die tiefer wurzelnden Pflanzen sind daher stets reichlich mit Wasser versorgt. Deshalb kann *Hordeum violaceum* so zahlreich auftreten. Erst auf trockeneren Kuppen geht dieses Gras zurück. Die Wiesen und Weiden haben viele gemeinsame Arten. Dies weist darauf hin, dass die Wiesen durch Mahd und stärkere Düngung aus den Weiden hervorgegangen sind.

Die hochmontanen Fettweiden (Tab. 16, Aufnahmen 10–19) unterscheiden sich von jenen in Ermani und Gudauri vor allem dadurch, dass in ihnen *Trisetum flavescens* infolge Oberbodentrockenheit fehlt. Kennzeichnend für diese oberbodentrockenen Weiden ist vor allem das stärkere Auftreten von *Plantago caucasica* und teilweise auch von *Lotus caasicus*. Die Böden der Weiden, die im Vergleich zu jenen der Wiesen meist stärker steinig und daher auch trockener und infolge des niedrigeren Bestandes auch weniger beschattet sind, weisen eine höhere Bodentemperatur auf, wie die Messung vom 5. Juli 1987 zwischen 19.00 Uhr und 19.30 Uhr zeigt (Tab. 11).

Tab. 11: Bodentemperaturen in °C unter einem Wiesenbestand (Tab. 16, Aufn. 1) und unter einem Weidebestand (Tab. 16, Aufn. 10) am 5. Juli 1992 zwischen 19.00 Uhr und 19.30 Uhr. – Soil temperatures (°C) beneath a meadow (Tab. 16, survey 1) and beneath a pasture (Tab. 16, survey 10) on 5th July 1987 between 19:00 and 19:30.

Tiefe cm	0	5	10	20	30	40
Aufn. 1	16,9	17,6	17,2	16,2	14,7	12,4
Aufn. 10	16,9	19,2	19,3	19,4	16,9	14,8

Tab. 16: Pflanzenbestände im Raum Kasbegi. – Vegetation in the region of Kasbegi.

Nummer der Aufnahmen	123456789 111111111 222222222333 333333344444444 4555 0123456789 0123456789012 3456789012345678 9012
Seehöhe in 10 m	111111111 1111222222 211222222222 222222232222222 2222 888888888 8889110000 0990455653266 0613657098997769 5566 247464756 5756307080 0785089089804 500002 757875392 0000
Neigung in Grad	1 31121324 3434344433313 53121 11324411 3343 474808838 5805555550 5082555500565 5000070400500025 5005
Exposition	S N S S NNN 0 0 NN 0 S N S S N S S NNN N N S S S N NNN S S N N WWWWWWW WWWOOWON WWWWS S S S N W S WWWO SOWWWWEO WNNW
Aufnahmefläche in m ²	111111111 111111111 111312 11111 1 1 11 11 111 000000000 0000000005 3000000500000 0450100555550005 0057 000000000 0000000000 0000000000000 0000500000000000 0000
Gesamtdeckung in %	11111 1 11111 111 1 1 800000999 0990000009 0009099899998 9678798998749389 8980 000000005 0550000005 0000000550500 5050050000000005 0500
Anzahl der Arten	433333344 4444434343 3544212233433 3143133212212111 1121 712436937 5655081453 0375556971122 9212341743336309 4698

Höhenstufenspezifische Arten

hoch montan

Hochmontane Fettwiesen

<i>Hordeum violaceum</i>	33332221 + +
<i>Carum carvi</i>	+1+2+1 . 2+
<i>Phleum pratense</i>	212+++++
<i>Festuca pratensis</i>	2 . +++++1
<i>Poa nemoralis</i>	. 3 . 3 . + . + . 21 1
<i>Poa trivialis</i>	3 . 211 . 1
<i>Pastinaca armena</i>	+1+++++1+ . . +
<i>Poa pratensis</i> var. <i>humilis</i>	+1+11 . + . + 1 1 1
<i>Bunias orientalis</i>	++ . . + . +

Hochmontane Fettweiden

<i>Agrostis planifolia</i>	. 2++22+21 22+2233331 +
<i>Lotus caucasicus</i>	+ + . ++ 32+1+ . + . +1 ++++ 1 . 2+
<i>Plantago caucasica</i>	 + . 22 233322++2 . + + 2 . ++
<i>Ranunculus caucasicus</i>	. 23+32222 222+ . . . 3 . 3 2 . + +
<i>Pedicularis chroorrhyncha</i>	. 2++12 . 22 22221 . . + + +
<i>Phleum phleoides</i>	+1 . + . + . 1+ 1+111 . + +
<i>Briza media</i>	 +211

Übrige Arten

<i>Cerastium arvense</i>	++1+++++ +++++1+
<i>Centaurea cheiranthifolia</i>	++ . +11+1 111 . . + . ++ ++
<i>Trifolium repens</i>	2 . +32 . +2+ 2+ . . . + . + +
<i>Rumex acetosella</i>	. 1+++ . +++ ++ . +
<i>Galium verum</i>	+ +++++ + . + +
<i>Cruciata laevipes</i>	. . + . + . . + . + . + . +1 1
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	+ . + . + . + +
<i>Libanotis transcaucasica</i>	. 2 . + . + . . + . +
<i>Cuscuta epithymum</i>	++ . . + . + . + . +
<i>Festuca rubra</i>	 + . + . + 11 . 1
<i>Campanula</i> sp.	. . + . + . + . +

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Weitere Arten in Aufn. Nr.:

Rumex patientia 1,4; *Pedicularis nordmanniana* 1,8; *Sisymbrium loeselii* 1,4; *Tanacetum vulgare* 1,4; *Plantago major* 1,7; *Pedicularis crassirostris* 2,3; *Iris cf. colchica* 3,8; *Heracleum asperum* 4,5; *Alchemilla microdonta* 5; *Potentilla sp.* 8,9; *Anthyllis variegata* 9,14; *Bupleurum nordmannianum* 10,12; *Dianthus cretaceus* 12,36; *Helianthemum grandiflorum* 18,35; *Galium mollugo*

agg. 19,20; *Calamagrostis arundinacea* 21,22; *Pyrethrum roseum* 21,22; *Tragopogon reticulatus* 24,26; *Saxifraga juniperifolia* 27,34; *Gentiana humilis* 28,40; *Alopecurus dasyanthus* 28,32; *Taraxacum confusum* 30,40; *Carum meifolium* 31,39; *Viola somchetica* 31,50; *Cetraria cucullata* 37,52; *Matricaria caucasica* 41,8; *Ranunculus baidarae* 1; *Urtica dioica* 1; *Astrantia maxima* 1; *Bromus mollis* 1; *Cichorium intybus* 1; *Cirsium arvense* 1; *Convolvulus arvensis* 1; *Medicago lupulina* 1; *Medicago varia* 1; *Melilotus officinalis* 1; *Poa annua* 1; *Polygonum aviculare* agg. 1; *Stellaria media* 1; *Polygonum cognatum* 1; *Anthriscus nemorosa* 2; *Rumex crispus* 2; *Lapsana communis* 2; *Valeriana officinalis* 2; *Gladolus caucasicus* 3; *Ranunculus elegans* 4; *Chaerophyllum aureum* 4; *Campanula rapunculoides* 4; *Cardamine cf. hirsuta* 7; *Descurainia sophia* 7; *Galium aparine* 7; *Galium cf. pumilum* 7; *Hieracium sp.* 7; *Orobancha sp.* 8; *Veronica caucasica* 8; *Polygala transcaucasica* 10; *Rumex scutatus* 11; *Hieracium sp.* 11; *Muscari racemosum* 12; *Verbascum sp.* 12; *Medicago falcata* 14; *Alchemilla elisabethae* 14; *Festuca arundinacea* 17; *Paranassia palustris* 18; *Thalictrum minus* 20; *Asperula albobovii* 20; *Astrantia biebersteinii* 20; *Galium valantoides* 20; *Asperula cristata* 21; *Hypericum perforatum* 21; *Rosa pulverulenta* 21; *Thymus pseudonummularius* 21; *Rosa buschiorum* 22; *Dianthus caucasicus* 22; *Rhinanthus sp.* 22; *Selaginella selaginoides* 23; *Cerastium multiflorum* 24; *Taraxacum sp.* 24; *Asyneuma campanuloides* 24; *Hieracium erythrocarpum* 24; *Ornithogalum balansae* 28; *Cotoneaster racemiflora* 30; *Hypericum nummularioides* 30; *Viola sp.* 31; *Geranium gymnocaulon* 32; *Thesium alpinum* 33; *Thymus transcausicus* 33; *Onobrychis sp.* 33; *Senecio aurantiacus* 35; *Echium rubrum* 35; *Hieracium cf. hoppeanum* 35; *Festuca sp.* 36; *Juniperus hemisphaerica* 36; *Helianthemum nummularium* 36; *Eritrichum caucasicum* 38; *Campanula saxifraga* 38; *Carex transsilvanica* 39; *Erigeron uniflorus* 39; *Anthemis iberica* 40; *Pedicularis armena* 40; *Carex dacica* 41; *Cetraria nivalis* 43; *Saxifraga moschata* 46; *Scrophularia minima* 46; *Sedum sp.* 46; *Trisetum spicatum* 46; *Veronica minuta* 46; *Arabis caucasica* 46; *Draba bryoides* 46; *Sibbaldia parviflora* 47; *Cerastium sp.* 47; *Corydalis alpestris* 48; *Anthoxanthum alpinum* 49; *Alchemilla glabriculumis* 50; *Dolichorhiza renifolia* 50; *Mnium sp.* 50; *Huperzia selago* 51; *Hylocomium splendens* 51; *Luzula spadicea* 52; *Gentiana sp.* 52; *Draba hispida* 16, 28.

Subalpine Stufe:

In der subalpinen Stufe wird das Grünland von den stark übernutzten Weiden beherrscht (Tab. 16, Aufnahmen 20–32). Am kennzeichnendsten für diese Weiden im Vergleich zu Ermani und vor allem zu Gudauri ist, dass *Nardus stricta* fehlt. Dieses Gras zieht sich auf die höher gelegenen, kühleren Nordhänge und auf die länger mit Schnee bedeckten Randzonen der Schneebodenvegetation zurück.

Die am häufigsten auftretenden höhenstufenspezifischen Arten der subalpinen Weiden kommen auch noch in den höher gelegenen hochmontanen Weiden vor. Stärker auf die subalpinen Weiden beschränkt ist *Carex huetiana*. Häufig, wenn auch mit geringem Deckungswert und nicht regelmäßig, kommen in ihnen auch *Gentiana septemfida*, *Potentilla crantzii*, *Coeloglossum viride*, *Inula orientalis*, *Daphne glomerata*, *Fritillaria lutea*, *Viola caucasica* und *Helictotrichon pubescens* vor. In den Weidebeständen vorherrschend sind *Festuca woronowii* und *Carex tristis*. Kennzeichnend für die Weiden der subalpinen Stufe sind sie dennoch nicht, weil sie bis in die hochalpine Stufe bestandbildend auftreten können. Wohl aber sind sie ein sicheres Zeichen für skelettreiche, stark wasserdurchlässige Böden. In den Kuppenlagen sind die Böden Ranker und in den konkaven Lagen weniger stark durchsteinte Braunerden. Diese oberbodentroffenen, mineralkräftigen tätigen Böden haben mit 6,0 bis 6,5 einen relativ hohen pH-Wert.

Alpine Stufe:

Im trockeneren, sommerwärmeren Raum von Kasbegi ist die Abgrenzung zwischen subalpinen und alpinen Vegetationseinheiten noch schwieriger als im Raum von Ermani oder von Gudauri. Die im Raum von Ermani auf die subalpine Stufe beschränkte *Festu-*

ca woronowii reicht im Raum von Kasbegi in ihrem Vorkommen von der montanen bis in die hochalpine Stufe.

Auf den weiten, windausgesetzten Höhenrücken der alpinen Stufe breitet sich der niedrige Windrasen mit vorwiegend *Kobresia capillifolia* aus (Tab. 16, Aufnahmen 35–43). Vereinzelt bis häufig kommt in ihm auch *Poa supina* vor. An seinen Flanken treten bereits Arten der Schneebodenvegetation auf. Den Übergang zu den stärker windausgesetzten Magerweiden kennzeichnet *Kobresia humilis*. Dieser *Kobresia*-Windrasen baut über braunem Mineralboden einen tiefgründigen Humushorizont auf (Abb. 18). Er besteht aus einer Art Torfmoder. Wegen seines geringen Gehalts an mineralischen Bestandteilen und wegen seiner Trockenheit weist er ein auffallend geringes Gewicht auf. Ein Beispiel dafür ist der Boden der Aufnahme 39 (Tab. 16) mit folgendem Profil: Hor. M 0–5 cm Grobmoder mit etwas Schluff, stark wurzelfilzig, pH 5,5; H 5–50 cm Feinmoder mit etwas Schluff, stark durchwurzelt, dicht gefügt, Farbe 5YR 2/2; AC 50–55 cm schwach humoser, feinmoderreicher Schluff; C 55–70 cm und tiefer sandiger Schluff, pH 6,0. Die Bodenoberfläche weist Schwundrisse auf, die nach dem für Frostböden typischen Polygonmuster angeordnet sind. Die Bodentemperaturen sind wegen der starken Windwirkung deutlich niedriger als unter einem nahe gelegenen Weiderasen mit vorwiegend *Festuca woronowii*, wie Tabelle 12 zeigt.

Tab. 12: Bodentemperaturen in °C unter Weiderasen mit vorwiegend *Festuca woronowii* (Tab. 16, Aufn. 31) und unter Windrasen mit vorwiegend *Kobresia capillifolia* (Tab. 16, Aufn. 39) am 7. Juli 1987 zwischen 13.30 und 14 Uhr. – Soil temperatures (°C) beneath a pasture dominated by *Festuca woronowii* (Tab. 16, survey 31) and beneath wind exposed lawn dominated by *Kobresia capillifolia* (Tab. 16, survey 39) on 7 July 1987 between 13:30 and 14:00.

Tiefe cm	5	10	30	75	Seehöhe
Aufn. 31	14,8	10,9	8,3	4,0	2.600 m
Aufn. 39	12,5	8,7	6,1	2,7	2.520 m

Gut ausgebildete Nardeten bleiben weitgehend auf die schattseitigen Flanken der Schneetälchen beschränkt. Sie bilden dort dichte, aber sehr artenarme Bestände. Ein Beispiel dafür ist der Bestand der Aufnahme 47 (Tab. 16). Er weist nur 10 Arten auf. In den Beständen mit vorwiegend *Festuca woronowii* kommen hingegen bis über 50 Arten vor. *Nardus stricta* bildet mit einem Deckungswert von 5 nahezu Reinbestände. Die übrigen Arten treten nur vereinzelt auf. Dies ist ein eindrucksvolles Beispiel dafür, dass *Nardus stricta* auch bei einer zu vernachlässigenden Weideselektion unter geeigneten Standortbedingungen bestandbildend auftreten kann. Der Boden unter diesen dichten Nardeten ist eine podsolige Braunerde mit Spuren einer nivigenen Pseudovergleyung (Abb. 19). Er weist folgende Horizonte auf: Hor. M 0–3 cm Grobmoder, stark wurzelfilzig; AP 3–10 cm stark humoser, lehmiger Schluff, undeutlich gebleicht, AB 10–50 cm und tiefer schwach humoser lehmiger Schluff, dicht, feucht, noch gut durchwurzelt, Farbe 7,5YR 3/2. Die Bodentemperatur ist niedrig. Sie betrug am 7. Juli 1987 um 14.30 Uhr in 10 cm Tiefe 5 °C und in 50 cm Tiefe 0,6 °C. Auf der höher gelegenen Kuppe mit vorwiegend *Carex tristis* (Tab. 16, Auf. 40) betrug die Bodentemperatur um 15.10 Uhr in 10 cm Tiefe 10,7 °C. Mitten in den Schneetälchen fehlt *Nardus stricta* weitgehend. An den schattseitigen Hängen tritt *Nardus* zusammen mit Arten der Schneebodenvegetation mit einem Deckungswert bis zu 25% auf. An diesen Hängen kann *Taraxacum stevenii* bis in tiefere Lagen mit stark abnehmendem Deckungswert vorkommen. In den tiefer liegenden schattseitigen Nardeten breitet sich zusehends *Veratrum lobelianum* aus.



◄ Abb.2: Gedüngte, ertragreiche Fettwiese. – Fertilized, high-yield fertile meadow.



Abb.3: *Chamaesciadium acaule* in Lücken stark übernutzter Weiden. – *Chamaesciadium acaule* in gaps within heavily overgrazed pastures.



▲ Abb. 4: Links: Im stabilen Gelände trotz Entwaldung und Beweidung nur geringe Erosion. ▲ Rechts: Im instabilen Gelände trotz Bewaldung starke Erosion. – Only minimal erosion in a stable landscape despite deforestation and grazing. Right: Heavy erosion in an unstable landscape despite afforestation.



▲ Abb. 6: Dichte, hochwüchsige Bestände mit *Hordeum violaceum*. – Dense, tall-growing stands with *Hordeum violaceum*.

◄ Abb. 5: *Echium rubrum*, kennzeichnend für basiphile Magerrasen. – *Echium rubrum*, characteristic for basophilic dry meadows.



◀ Abb. 8: *Festuca woronowii* – Bestand über skelettreichem, stärker wasser durchlässigem Boden auf einem Höhenrücken, Ermani, 2.620 m Seehöhe. – *Festuca woronowii* – stand with skeletal-rich highly water permeable soil on a mountain ridge, Ermani, 2.620 m altitude.



Abb. 9: Links: *Rhododendron caucasicum*. Unten: Bestand in Ermani, 2.750 m Seehöhe. – *Rhododendron caucasicum*. Below: stand in Ermani, 2.750 m altitude. ▼



◀ Abb. 10 (links): Polwurzel, oben infolge erhöhter Stoffspeicherung stark verdickt, Ermani, 2.870 m Seehöhe. Unten: *Jurinella subacaulis* über initialem Ranker auf ruhendem Schutt. – Left: Highly thickened storage root. Ermani, 2.870 m altitude. Below: *Jurinella subacaulis* over initial rankers on stable scree. ▼





◀ Abb. 11: Bestand von *Alopecurus dasyanthus* auf Schutt mit höherem Feinse-
dimentanteil, Ermani, 3.000
m Seehöhe. – Stand of *Alo-
pecurus dasyanthus* on scree
with a higher fine sediment
content, Ermani, 3.000 m alti-
tude.

Abb. 12: Bestand von *Rhododendron luteum*, Gudauri, 1.850 m Seehöhe. – Stand of *Rhododendron
luteum*, Gudauri, 1.850 m altitude. ▼



◀ Abb. 14: *Nardus stricta* mit dichter, tiefreichender
Bewurzelung, Gudauri, 2.600 m Seehöhe. Unten: Nar-
detum auf sanftem Hangrücken mit tiefgründiger,
feinerdereicher Braunerde. – Left: *Nardus stricta* with
dense, deep root system, Gudauri, 2.600 m altitude.
Below: Nardetum on gently slope ridge with deep, fine
earth-rich brown earth. ▼





▲ Abb. 15: Weiter Kessel mit Schneebodenvegetation und tiefen Erosionsrinnen. Rechts: *Taraxacum stevenii* mit vorwiegend sprossbürtiger Bewurzelung, Gudauri, 2.850 m Seehöhe. – Wide valley with snow coomb vegetation and deep erosion gulleys. Right: *Taraxacum stevenii* with mostly shootcoming root system, Gudauri, 2.850 altitude. ▶



▲ Abb. 16: Schuttvegetation mit *Chaerophyllum humile*, Gudauri, 3.110 m Seehöhe. – Scree vegetation with *Chaerophyllum humile*, Gudauri, 3.110 m altitude.



▲ Abb. 17: Hochmontane Weide mit viel *Lotus caucasicus* über Mullranker mit mächtigem Humushorizont auf breitem Schuttfächer, Kasbegi, 1.850 m Seehöhe. – High-montane pasture with abundant *Lotus caucasicus* over Mullranker with thick humus horizon on broad scree fans, Kasbegi, 1.850 altitude. ◀





▲ Abb. 18: Windrasen mit *Kobresia capillifolia* über Moderranker-Frostboden mit Polygon- ▲
muster am Fuß des Kasbek, 2.950 m Seehöhe. – Wind exposed lawn with *Kobresia capillifolia*
über Moderranker.cryosol soil with polygonal pattern at the foot of Kasbek, 2.950 m altitude.

Abb. 19: Nardetum entlang des wulstförmigen Randes eines Schneetälchens über nivigenem Pseudogley am Fuß des Kasbeck, 2.740 m Seehöhe. Rechts: Zugehöriges Bodenprofil. – Nardetum along a protruding margin of a snow coomb over Pseudogley at the foot ▼ of Kasbek, 2.740 m altitude. Right: Accompanying soil profile. ►



Eine gut ausgebildete Schneebodenvegetation stellt sich erst oberhalb von 2.600 m Seehöhe ein (Tab. 16, Aufnahme 48). In ihr sind, wie in Ermani und Gudaure, *Taraxacum stevenii* und *Sibbaldia semiglabra* vorherrschend. Ihre Bodentemperaturen (Tab. 13) entsprechen weitgehend jenen von Ermani und Gudaure.

Tab. 13. Bodentemperaturen in °C in Schneetälchen im Raum von Ermani, Gudaure und Kasbegi.
– Soil temperatures (°C) in snow coombs in the region of Ermani, Gudaure and Kasbegi.

Tiefe cm	5	10	Seehöhe	Datum	Uhrzeit
Ermani	13,5	11,0	2.860 m	10. 7. 89	16.15
Gudaure	12,7	10,8	2.850 m	14. 7. 89	15.30
Kasbegi	13,4	10,8	2.620 m	10. 7. 87	16.30

Die Schuttvegetation am Nordfuß des Kasbek ist untypisch ausgebildet (Tab. 16, Aufnahme. 40–46). Wegen der lang andauernden Schneebedeckung ist sie mit Arten der Schnee-bodenvegetation durchsetzt. Am kennzeichnendsten ist noch das stärkere Auftreten von *Potentilla gelida* und von *Minuartia aizoides*.

Der Zwergstrauchgürtel mit *Rhododendron caucasicum* erstreckt sich in der typischen Ausbildung vorwiegend in einer Seehöhe zwischen 2.500 und 2.800 m. Die Artenzusammensetzung dieser Bestände ist aus den Aufnahmen 49–50 (Tab. 16) ersichtlich. Auf flachgründigen, feinsedimentarmen, grobsteinigen Böden setzt *Rhododendron caucasicum* aus (Aufnahmen 51, 52). Statt dessen kann *Empetrum hermaphroditum* stark zunehmen (Aufnahme 52). Diese wesentlich seichter wurzelnde Pflanze begnügt sich mit einer dünnen Moderhumusschicht. Die Flachgründigkeit dieser Böden geht auch aus dem Auftreten von *Dryas caucasica* hervor.

Das Vorkommen von *Rhododendron caucasicum* reicht von der subnivalen Schuttflur bis in den subalpinen Birken-Strauchgürtel. In diesem ist die Art auf der Schattseite im Unterwuchs zu finden. Auf dem von PYŠEK & ŠTRŮTEK (1989) beschriebenen Talquerschnitt reicht *Rhododendron caucasicum* auf einem NNW-Hang bis 2.380 m herab.

Literatur

- AICHINGER E., 1953: Der Bürstling und seine Bekämpfung. Inst. f. angewandte Pflanzensoziologie des Landes Kärnten und Alminspektorat für Kärnten. 55 S. Klagenfurt.
- BERG L. S., 1959: Die geographischen Zonen der Sowjetunion. Bd. II, 604 S. B. G. Teubner Verlagsges., Leipzig.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. 865 S. Springer, Wien u. New York.
- GULISSASHVILI V. Z., VAKHADADZE L. B. & PRILIKOV L. I., 1975: Vegetation des Kaukasus, 233 S. Nauka, Moscow.
- HENNING I., 1972: Die dreidimensionale Vegetationsanordnung in Kaukasien. Erdwissenschaftl. Forsch. 4, 182–204.
- KEISKHOVELI N. N., KHARADZE A. L., IVANISHVILI M. I. & GAGNIDZE M. I., 1975: Botanical description of the Georgian Military Road Tbilisi-Kazbegi-Ordjonikidze. Acad. Sci. Georg. SSR, Botanical Inst., Tbilisi.
- KÖRNER CH., 1980: Ökologische Untersuchungen an Schafweiden im Zentralkaukasus. Der Alm- und Bergbauer 5 (Innsbruck), 3 – 8.
- KUISCHERA L., 1961: Erfolgreiche Landwirtschaft durch Pflanzensoziologie. 20 S. Eigenverlag Klagenfurt,
- KUISCHERA L., 1977: Beeinflussung der Pflanzengesellschaften durch die Düngung. Anregungen für eine zukunftsorientierte Landwirtschaft. Initiativ-Kreis Biol. Landw., Göttingen 1977, 70–78.

- KUITSCHERA L. & LICHTENEGGER E., 1982: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Bd. 1, Monocotyledoneae. 516 S. Gustav Fischer, Stuttgart.
- NAKHUTSRISHVILI G., 1974: Ökologie der Hochgebirgspflanzen und Phytocoenosen des zentralen Kaukasus (russisch). Metsniereba Tbilisi, 192 S.
- NAKHUTSRISHVILI G., 1988: Ökologische Charakteristik der Hochgebirgswiesen am Beispiel von Kasbegi, Zentralkaukasus (russisch). Izd. Metsniereba Tbilisi, 175–200.
- NAKHUTSRISHVILI G., 1995: Pflanzenleben in der subnivalen Stufe des Kaukasus. Colloques Phytosociologiques XXIV, Fitodinamic Camerino, 373–385.
- NAKHUTSRISHVILI G., 1998: Hochgebirgsvegetation Georgiens. In: NAKUTSRISHVILI, G. & ABDALAZE O., (Eds.), Plant life in High Mountains. Proceedings of Kazbegi IV. International Symposium Tbilisi, 93–100.
- NAKHUTSRISHVILI G., 1999: The vegetation of Georgia Caucasus. Braun.Blanquetia 75, 1–74.
- NAKHUTSRISHVILI G., 2002: Kaukasus und Alpen: Ein Vergleich der Vegetation. Proceedings d. Alpenforums 2002 in Alpbach. Österr. Akad. Wiss. Wien, 82–87.
- NAKHUTSRISHVILI G., 2003: High Mountain Vegetation of the Caucasus Region. In: NAGY, L., GRABHERR G., KÖRNER CH. & THOMPSON D. B. A. (Eds.), Ecological Studies 167. Alpine Biodiversity in Europe, 93–103. Springer, Berlin u. Heidelberg.
- NAKHUTSRISHVILI G., 2004: Kaukasus. In BURGA C. A., KLÖTZLI F. & GRABHERR G. (Eds.). Gebirge der Erde. 124–134. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- OZENDA P., 1988: Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. 353 S. Gustav Fischer, Stuttgart u. New York.
- PYŠEK P. & ŠRŮTEK M., 1989: Numerical phytosociology of the subalpine belt of the Kazbegi region, Caucasus, USSR. Vegetatio 81, 199–208.
- RADDE G., 1899: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern. In: ENGLER-DRUDE, Vegetation der Erde, Bd. III. 500 S. Leipzig.
- SHETEK AURI SH. & GAGNIDZE R., 2000: Diversity of high mountain endemic flora of the Greater Caucasus. In BERATCHASHVILI N., KUSHLIN A. & ZAZANISHVILI N. (Eds.), Biological and landscape diversity of Georgia. WWF Georgia county Office Tbilisi, 151–152.
- SILKE F., 1990: Untersuchungen zur Stickstoffnettomineralisation in einem Trientalis-Fagetum sylvaticae JESCHKE 64 TX. et MATUSZK. A., 64 em. Arch. Freunde Naturgesch. Mecklenburg XXX, 4–13.
- SOLAR F., 1981: Zustandsbedingungen, Entwicklungszüge und Stoffumsatz alpiner Böden und Standorte. Mitt. österr. bodenkundl. Ges. 3, Sonderheft, 101–123.
- SOLAR, F. 1986: Soil and locations in the East Alpine Zonality. Mitt. deutsch. bodenkundl. Ges. 48, 159–163.
- WALTER H., 1974: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. 452 S. Gustav Fischer, Stuttgart.
- WALTER H., 1990: Vegetation und Klimazonen. 6. Aufl. 382 S. E. Ulmer, Stuttgart.
- WALTER H., HARNICKELL E. & MÜLLER-DOMBOIS D., 1975: Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente und ökologische Klimagliederung der Erde. 36 S. Gustav Fischer, Stuttgart.
- ZAZANISHVILI N., GAGNIDZE R. & NAKUTSRISHVILI G., 2000: Main types of vegetation on the mountains of the Caucasus. Proceedings IAVS, Symposium IAVS, Opulus Press Upsala, 214–217.

Manuskript eingelangt: 2006 04 24

Anschriften: Dr. David BEDOSCHWILL, Institut für Botanik d. Georg. Akad. d. Wissenschaften, Kodzhorskaya Chausse, Republik Georgien, 380007 Tbilisi; Univ.-Prof. em. Dr. Dr. h. c. Erich HÜBL, Hutweidengasse 46/2, A-1190 Wien; Ernst SCHARFETTER, Bonnygasse 49/10, A-1120 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [143](#)

Autor(en)/Author(s): Lichtenegger Erwin, Hübl Erich, Scharfetter Ernst, Bedoschwili David

Artikel/Article: [Höhenstufengliederung der Grünlandvegetation im Zentralkaukasus-Zonation of the grassland in the central Caucasus 43-81](#)