

Phytodiversität in Georgien

Die Bedeutung von Standort und Landnutzung im Großen und Kleinen Kaukasus

Von Annette Otte, Maia Akhalkatsi, George Nakhutsrishvili, Dietmar Simmering und Rainer Waldhardt

Der Kaukasus zählt zu den 34 Biodiversitäts-Hotspots der Erde und hat damit für die Biodiversität am Rande Europas eine besondere Bedeutung. Als Biodiversitäts-Hotspots werden Regionen gekennzeichnet, die die höchste Pflanzen- und Tierartendichte der Erde besitzen. Insbesondere ein hoher Anteil an endemischen Pflanzenarten, die nur in einem engen Verbreitungsgebiet auf der Erde einheimisch sind, sowie seltene und taxonomisch ungewöhnliche Arten charakterisieren – bei gleichzeitig hoher Bedrohung dieses Artenreichtums durch Lebensraumverluste – die Biodiversitäts-Hotspots (Myers 1990 und 2003).



■ Frühlingswiese mit weiß blühenden Büschel-Anemonen.

Foto: Annette Otte, 2011



Als Biodiversitäts-Hotspots in Europa und Vorderasien gelten die Mittelmeerregion, Irano-Anatolien, der Ural und der Kaukasus. Die große Vielfalt der Arten und der Endemiten-Reichtum sind im Kaukasus durch das Zusammentreffen mehrerer Raumeigenschaften bedingt:

- die ausgeprägten Gegensätze in der Niederschlagsverteilung von West (Suchumi 1.396 mm a⁻¹) nach Ost (Baku 187 mm a⁻¹),
- das Temperaturgefälle von den Niederungen bis in Höhen über 5.000 m ü. NN,
- keine vollständige Vergletscherung der Region während der Eiszeiten,
- die hohe Gesteinsarten- und Bodentypenvielfalt,
- die Vielzahl abgeschlossener, isolierter Talsysteme mit eingeschränktem Artenaustausch sowie
- die in Teilräumen bis heute extensive Landnutzung.

Kennzeichnend für die Hotspot-Regionen ist außerdem, dass sie in der Mehrzahl in sozialen und wirtschaftlichen Entwicklungs- und Schwellenländern liegen. Auch dies gilt heute für den Kaukasus. Strategien zum Schutz dieser Hotspots können daher nur gelingen, wenn ökonomische und soziale Anforderungen mit ökologischen Zielen möglichst umfassend in Einklang gebracht werden. Daran arbeiten weltweit tätige Förderorganisationen wie Conservation International (CI), die es sich zur Aufgabe gemacht hat, Hotspots zu identifizieren, Global Environment Facility (GEF) und die Weltbank gemeinsam mit den Regierungen der Länder sowie national und lokal tätigen NGOs. Wissenschaftliche Forschung kann und muss in diesem Kontext Fakten und Anregungen bereitstellen.

Vor diesem Hintergrund ist es das Hauptziel der Untersuchungen in der

Projekteinheit C („Die Bedeutung von Standort und Landnutzung für die Phytodiversität im Großen und Kleinen Kaukasus“) des Forschungsvorhabens *amies*, die Raummuster und Dynamik der Phytodiversität als einem Teil der Biodiversität in der hochmontanen und subalpinen Höhenstufe des Großen und des Kleinen Kaukasus in der Kazbegi- und in der Bakuriani-Region mit Raummustern der Standorteigenschaften und Landnutzungen in Beziehung zu setzen. Darauf aufbauend verfolgt das Projekt als Ziel, in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern der übrigen Projekteinheiten die Bedeutung von sich ändernden Raumeigenschaften für die Dynamik der Phytodiversität sowie Wechselbeziehungen zwischen Ursachen und Folgen der sich ändernden Raumeigenschaften besser zu verstehen. Eine besondere Herausforderung besteht in diesem Forschungsfeld darin, auf verschiedenen Maßstabsebenen Zusammenhänge zwischen Umweltprozessen, Landnutzungswandel und gesellschaftlicher Transformation herauszuarbeiten und vor dem Hintergrund potentieller Landentwicklungen zu bewerten.

Dabei fokussiert die im Jahr 2010 begonnene Arbeit auf die Phytodiversität der landwirtschaftlichen Nutzflächen und somit auf die Vegetation der großflächigen Grünlandbestände der Tal- und Hanglagen sowie die im Raum heute nur vereinzelt Ackerflächen (Bearbeiterin: Natalia Tephnadze, Tiflis). Auf der Grundlage von historischen Daten zur Vegetation und durch modellhafte Rekonstruktion werden Veränderungen der Phytodiversität für den Zeitraum seit etwa 1950 herausgearbeitet. Darüber hinaus erfolgen seit Sommer 2011 Untersuchungen in heute nicht oder kaum

von Landnutzung beeinflussten Lebensräumen zu den dort ablaufenden Prozessen der Wiederbewaldung (Bearbeiterin: Natalia Togonidze, Tiflis). Bei allen Arbeiten werden sowohl die Artenzusammensetzung der oberirdischen Vegetation wie die der Samenbanken im Boden berücksichtigt.

Artenreichtum im Kazbegi- und im Bakuriani-Gebiet

Zum Kaukasus gehören die drei Gebirgsketten Großer und Kleiner Kaukasus sowie das Talysh-Gebirge, die östliche Fortsetzung des Kleinen Kaukasus. Insgesamt sind für die Kaukasus-Region, die mit ihren Gebirgen und den angrenzenden Tiefländern eine Fläche von rund 400.000 km² umfasst, 6.350 Gefäßpflanzen dokumentiert, von denen

fäßpflanzen umfasst, diejenige, die nach Grossheim (1936) mit einem Anteil von 26 % die meisten Endemiten besitzt (Nakhutsrishvili et al. 2005). Für den Bezirk Borjomi (1.723 km²) im Kleinen Kaukasus, zu dem das Untersuchungsgebiet Bakuriani gehört, werden 1.725 Gefäßpflanzen aufgelistet (ohne Nennung des Anteils endemischer Arten; Nakhutsrishvili et al. 2006). Erwähnenswerte kaukasische Endemiten in Ackerland, Wiesen und Weiden der Kazbegi- und



in Georgien (69.700 km²) 4.130 vorkommen – darunter 255 endemische Arten, was einem Anteil von 6 % der dort vorkommenden Gefäßpflanzenarten entspricht. Zu den an Endemiten reichsten Gattungen zählen Glockenblume (*Campanula*), Frauenmantel (*Alchemilla*), Tragant (*Astragalus*), Thymian (*Thymus*) und Hahnenfuß (*Ranunculus*). Innerhalb des Kaukasus ist die Flora des Kazbegi-Gebietes (1.081 km²), die 1.100 Ge-

der Bakuriani-Region sind Täuschen-der Tragant (*Astragalus captiosus*), Leviers Tragant (*A. levieri*), Schönblättrige Glockenblume (*Campanula bellidifolia*), Netzartiger Waid (*Isatis reticulata*), Luerssens Schillergras (*Koeleria luerssenii*), Kaukasischer Hornklee (*Lotus caucasicus*), Klebrige Luzerne (*Medicago glutinosa*), Anmutige Primel (*Primula amoena*) und Violette Küchenschelle (*Pulsatilla violacea*; Abb. 1).

Die Höhenstufengliederung der Vegetation

In den Gebirgen Georgiens liegt die natürliche Baumgrenze in Höhenlagen zwischen 2.200 m (in Südexposition) und 2.750 m ü. NN (in Nordexposition) und die aktuelle Waldgrenze darunter zwischen 1.900 m (in Südexposition) und 2.500 m (in Nordexposition). Die heutige Waldgrenze ist durch Jahrtausende andauernden menschlichen Einfluss (Holzeinschlag, Rodung und Beweidung) überall um mehrere Hundert Höhenmeter nach unten verschoben worden – im feuchten nordwestlichen Großen Kaukasus um 350 bis 400 m und in den trockeneren zentra-

■ Abb. 1: (oben) Violette Küchenschelle sowie (unten) Kaukasischer Hornklee und Schönblättrige Glockenblume, drei endemische Pflanzenarten im Grünland der Kazbegi-Region.

Fotos: Annette Otte, 2010 und 2011

len und östlichen Teilen sogar um 500 bis 600 m (Abb. 2); im Kleinen Kaukasus sind Situation und natürliche Höhenstufengliederung nach Darstellungen von Nakhutsrishvili et al. (2005, 2006) vergleichbar.

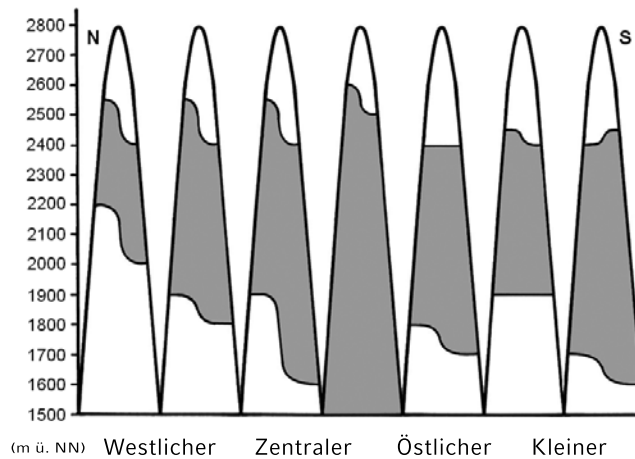
Die Höhenstufengliederung weist in der subalpinen Stufe regionale feuchtigkeitsbedingte Unterschiede auf: In Gebieten mit hohen Niederschlägen (Großer Kaukasus, westlicher Kleiner Kaukasus) ist die untere subalpine Stufe (< 2.000 m) durch Buchenwälder mit Orient-Buche (*Fagus orientalis*), Krummholzwälder mit Trautvetters Ahorn (*Acer trautvetteri*), Hochstauden-Bestände und gebietsweise durch Kiefernwälder (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) gekennzeichnet und die obere durch Birken-Krummholzwälder, Rhododendron (*Rh. caucasicum*)-Gebüsche und alpine Rasen.

■ Abb. 2: Schematische Anordnung der Waldgrenzen in den Gebirgen des Kaukasus in Anlehnung an Nakhutsrishvili (1999). Die Linie unterhalb der grauen Fläche markiert die heutigen Waldgrenzen, die obere Linie die potentiellen.

Die am weitesten verbreiteten subalpinen Waldgesellschaften sind Birken-Krummholzwälder mit Litwinows Birke (*Betula litwinowii*) und Eichenwälder mit Persischer Eiche (*Quercus macranthera*). Allerdings fehlen die Eichenwälder in den niederschlagsreichen westlichen Gebieten und die Birkenwälder in den trockenen südlichen Gebieten; nur im Ost-Kaukasus überlappen sich die Verbreitungsgebiete der beiden Waldtypen.

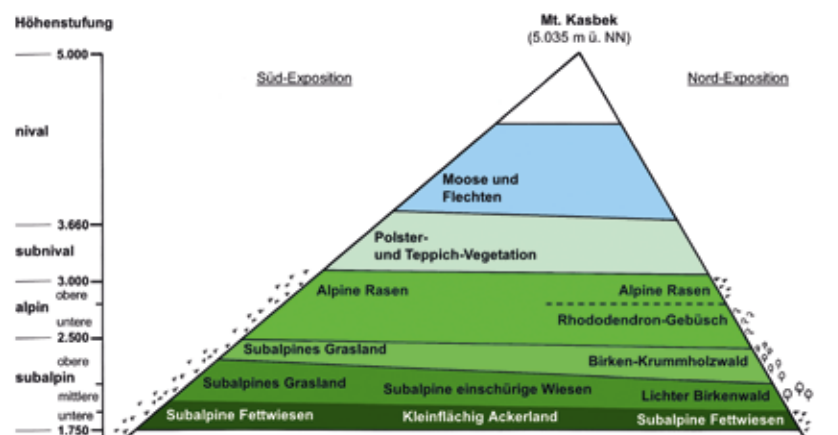
Die schematisierte Abfolge der Vegetation im Untersuchungsgebiet „Kazbegi“ zeigt Abbildung 3. Dort gibt es in der unteren bis mittleren subalpinen Höhenstufe zwischen 1.750 und 2.100 m ü. NN im Talgrund um die ländlichen Siedlungen herum und in angrenzenden Hanglagen einen ausgedehnten Gürtel subalpiner Fettwiesen, in die kleinflächig Äcker für den Kartoffelanbau eingestreut sind. An südseitigen steileren Hanglagen werden die Fettwiesen – je nach dem Steingehalt der Böden – von subalpinen Magerwiesen oder beweideten Magerrasen ersetzt. An Nordhängen finden sich dagegen in der subalpinen Höhenstufe zwischen 1.850 und 2.200 m ü. NN vereinzelt isolierte lichte Birkenwälder mit Lit-

■ Abb. 3: Schema der Höhenstufung der Formations-Verbreitung der Vegetation von der unteren subalpinen bis zur nivalen Stufe im Untersuchungsgebiet Kazbegi in Anlehnung an Nakhutsrishvili et al. (2006).



winows und der selteneren Raddes Birke (*Betula litwinowii*, *B. raddeana*), Kaukasischer Vogelbeere (*Sorbus caucasigena*) und Sal-Weide (*Salix capraea*) in der Baum- und Strauchschicht und charakteristischen Hochstauden wie Sosnowskys Bärenklau (*Heracleum sosnowskyi*), Nasen und Orientalischem Eisenhut (*Aconitum nasutum*, *A. orientale*), Wald-Storchschnabel (*Geranium sylvaticum*), Breitblättriger Glockenblume (*Campanula latifolia*), Nahem Greiskraut (*Senecio propinquus*) u. v. a. in der Krautschicht. Darüber schließt sich an Nordhängen mit hoher, lange liegender Schneedecke der niedrige Birken-Krummholzwald mit Litwinows Birke an und bildet die subalpine Waldgrenze zwischen 2.350 und 2.400 m ü. NN. Zu typischen Gehölzen des Krummholzwaldes zählen Kazbeks Weide (*Salix kazbekensis*) sowie die Heidekrautgewächse Kau-

kasische Alpenrose (*Rhododendron caucasicum*) und Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*); in der Krautschicht wachsen Büschel-Anemone (*Anemone fasciculata*, siehe Abbildung Seite 24), Iberischer Tarant (*Swertia iberica*), Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*), Traubiger Milchlattich (*Cicerbita racemosa*) u. a. Den Übergang zur waldfreien subalpinen und alpinen Höhenstufe bilden in Höhenlagen zwischen 2.300 und 2.800 m ü. NN dichte Gebüsche aus Kaukasischer Alpenrose auf rohhumusreichen und torfigen Böden (Abb. 4). Typisch für diese Bestände sind noch andere mit endotropher Mykorrhiza besetzte Heidekrautgewächse wie Heidel- und Preiselbeere (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*), Kaukasische Krähenbeere (*Empetrum caucasicum*) sowie die Rohhumus besiedelnden Arten Kleines und Rundblättriges Wintergrün



■ Abb. 4: Stepantsminda (1.740 m ü. NN) im Tal des Terek am 22. Juni 2011. Neuschnee bedeckt die alpinen Rasen der oberen alpinen Höhenstufe. Schneefrei ist die untere alpine Höhenstufe, die in Nordexposition typischerweise von einem Gebüschgürtel aus Kaukasischer Alpenrose (oliv) markiert wird. In der oberen und mittleren subalpinen Höhenstufe haben Birken-Krummholz und Birkenwald mit Litwinows Birke den Frühjahrsaubtrieb (hellgrün) und die Belaubung abgeschlossen. Die Hauptstraße im Ort, die zur russischen Grenze führt, wird von einer Pappel-Allee gesäumt.

Foto: Annette Otte



(*Pyrola minor*, *P. rotundifolia*). Auf feuchten felsigen Standorten kommt die Kaukasische Silberwurz (*Dryas caucasica*) vor. Die alpine Stufe beginnt ab 2.450–2.500 m ü. NN und ist durch eine Isotherme von +8°C im wärmsten Monat gekennzeichnet. Die häufigsten natürlichen Rasen der alpinen Stufe sind vom Wind gefegte Rasen mit Haarblättrigem Schuppenried (*Kobresia capillifolia*) und bodensaure Magerrasen mit Borstgras (*Nardus stricta*), Dunkler Segge (*Carex tristis*), Niederliegendem Schwingel (*Festuca supina*) sowie Zwergstrauchheiden, Schneeboden- und Schuttvegetation.

Analyse der aktuellen Phytodiversität

Anstelle der vormaligen, weitflächig verbreiteten Wälder in der hochmontanen und subalpinen Höhenstufe ist heute in beiden Untersuchungsgebieten Grünlandnutzung vorherrschend, die über Jahrhunderte als Berglandbewirtschaftung mit Ackerland, Heuwiesen und extensiver Weidewirtschaft betrieben wurde. Diese traditionellen, standörtlich differenzierten Nutzungssysteme werden in-

zwischen aufgegeben, und veränderte Umwelt- und soziale Bedingungen sowie der damit verbundene Landnutzungswandel verursachen Folgen für die Vielfalt der Pflanzenarten und -gemeinschaften, also die Phytodiversität. Diese wiederum haben Einfluss auf die gesamte Biodiversität, Erosionsprozesse und Landnutzungspotentiale. Die relative Bedeutung von Umwelt- und sozialen Parametern für Veränderungen der Vegetationsdecke und der damit verknüpften Phytodiversität in den Untersuchungsgebieten ist unbekannt, und Informationen über die Landnutzungspotentiale zur

Entwicklung von Konzepten für eine nachhaltige Landnutzung werden daher dringend benötigt.

Im ersten Projektjahr wurde in der Projekteinheit A auf der Basis eines Satellitenbildes und eines Höhenmodells eine vorläufige GIS-Geländeklassifikation durchgeführt. Die resultierende Raumgliederung (Top-down-Ansatz) berücksichtigt die Meereshöhe, die Nord-Süd-Ausrichtung der Hanglagen (Exposition) und die Entfernung zur Siedlung. Innerhalb der so abgegrenzten Räume wurden zahlreiche zufällig verteilte Probeflächen ausgewählt, wo nach fest-

gelegten, wiederholbaren Verfahren die Pflanzendecke mit sogenannten Vegetationsaufnahmen erfasst wird. Neben der Dokumentation aller vorkommenden Pflanzenarten umfasst diese detaillierte Erhebung auf 5 m x

5 m großen Flächen („Patch-Ebene“), die Erfassung struktureller (Schichtung, Höhe, Deckungsgrad), topografischer (Koordinaten, Neigung, Exposition) und standortkundlicher Daten (Boden, Wasserhaushalt) sowie An-

gaben zur Nutzung der Bestände. Die auf der Patch-Ebene erhobenen Daten dienen in einem Bottom-up Ansatz zur Übertragung und Generierung von Aussagen für die Landschaftsebene (Pattern-Ebene).

DIE AUTORINNEN UND AUTOREN

Annette Otte, Jahrgang 1953, Studium der Biologie (Diplom) und Chemie (Lehramt) an der Universität Göttingen; Promotion 1983, Lehrstuhl für Landschaftsökologie TU München (Dr. rer. nat.); Habilitation 1995, TU München (Dr. agr. habil.), Lehrbefugnis für das Fachgebiet Landschaftsökologie; seit 1994 Professorin für Landschafts-



ökologie und Landschaftsplanung an der Universität Gießen. Dort leitet sie seit 2011 auch die Sektion I „Nutzung natürlicher Ressourcen und Umweltschutz“ im Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung (ZEU) und ist die Kooperationsbeauftragte für die Staatliche Ivane Javakhishvili Universität Tiflis (TSU) in Georgien.

Maia Akhalkatsi, Jahrgang 1959, Studium der Biologie (Diplom) an der Staatlichen Universität Tiflis, Georgien; Promotion 1986, Botanisches Institut St. Petersburg, Russland; Habilitation 2006, Institut für Zoologie, Tiflis; seit 1985 am Institut für Botanik, Tiflis; seit 2002 Leiterin der Abteilung für Pflanzen-



reproduktionforschung am Institut für Botanik, Tiflis; seit 2006 Associate Professor an der Staatlichen Ilija Chavchavadze Universität Tiflis.

George Nakhutsrishvili, Jahrgang 1932, Studium der Biologie (Diplom) in Tiflis, Promotion 1961 (Kandidat), 1972 (Doktor), Lehrstuhl für Geobotanik und Ökologie, Universität Tiflis, und Institut für Botanik der Georgischen Akademie der Wissenschaften; 1982 bis 2005 Professor



für Geobotanik und Ökologie an der Staatlichen Ivane Javakhishvili Universität Tiflis. Von 1982 bis 2006 leitete er das Institut für Botanik der Georgischen Akademie der Wissenschaften; seit 2006 Professor für Botanik an der Staatlichen Ilija Chavchavadze Universität Tiflis (seit 2009 em. Professor).

Dietmar Simmering, Jahrgang 1967, Studium der Biologie (Diplom) in Bremen und Gießen; Promotion 2006, Universität Gießen



(Dr. agr.); seit 1999 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung Universität Gießen.

Rainer Waldhardt, Jahrgang 1961, Studium der Biologie (Diplom) in Köln und Göttingen; Promotion 1994, Lehrstuhl für Geobotanik, Universität Göttingen (Dr. rer. nat.); seit 1995 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung der Universität Gießen; Habilitation 2003 in den Fächern Vegetationsökologie und Landschaftsökologie (habil. agr.); seit 2010 Apl. Professor an der Universität Gießen.



Ergänzt werden diese aktuellen Erhebungen durch etwa 500 ältere Vegetationsaufnahmen aus dem Archiv von Prof. George Nakhutsrishvili (Tiflis) und anderen Quellen. Darüber hinaus stehen Informationen über frühere Landnutzungsformen (ab 1950) aus Luftbildern, Datenbanken und Befragungen zur Verfügung. Diese werden benötigt, um die Beziehungen der heutigen Phytodiversität vor dem Hintergrund des raum-zeitlichen Wandels der Landnutzung auszuwerten. Analysiert werden die Datensätze zur Phytodiversität im Geographischen Informationssystem (GIS) und mit modernen statistischen Methoden.

Habitattypen und ihre Indikatorarten

Auswertungen des am Ende des ersten Projektjahres vorliegenden Datensatzes der aktuellen und älteren Vegetationsaufnahmen zeigen ein differenziertes Bild der Grünlandvegetation der Kazbegi-Region (1.100–3.600 m), die vorrangig von der Höhenlage, der Exposition (Nord-Süd-Ausrichtung) und der Hangneigung geprägt wird (Abb. 5). Aus diesen Eigenschaften lassen sich standörtlich definierte Habitattypen bilden, die durch charakteristische Artengruppen gekennzeichnet sind (Tabelle 1).

Den Grundstock des Kaukasus-Grünlandes bildet eine große Gruppe regelmäßig vorkommender Arten mit u. a. Bunter Trespe (*Bromopsis variegata*), Berg-Wegerich (*Plantago atrata*), Flachblättrigem Straußgras (*Agrostis planifolia*), Hügel-Glockenblume (*Campanula collina*), Kaukasischem Hornklee (*Lotus caucasicus*). Auffällig dabei ist, dass der Anteil an krautigen Spezies sehr hoch ist und es – im Gegensatz zum mitteleuropäischen Berg-Grünland – deutlich weniger Süßgräser-Arten enthält (siehe Abb. 1). Viele der vorkommenden Gräser allerdings zeigen eine charakteristische Bindung an unterschiedliche Standortverhältnisse, wo sie z. T. sehr dominant auftreten (Abb. 5). Sie können damit als Indikatorarten für die unterschiedenen Habitattypen gelten. Die Erfassung des Artenpotenzials und die Standortspektren dieser verschiedenen Grünlandtypen wird eine Grundlage für die Übertragung der Aussagen auf die Landschaftsebene und die Abschätzung der Landentwicklungspotenziale bilden.

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass auf ebenen bis schwach geneigten Flächen in der unteren subalpinen Höhenstufe Violette Gerste (*Hordeum violaceum*), Wiesen-Schwingel (*Festuca pratensis*), Flachblättriges Straußgras (*Agrostis planifolia*) und Wiesen-

Rispengras (*Poa pratensis*) gemeinsam vorkommen und kennzeichnend sind für dichte Bestände mit hohen Deckungsgraden und höchsten Artenzahlen. An steilen, überwiegend nach Süden geneigten Hanglagen der unteren subalpinen Höhenstufe sind dagegen Schaf- und Walliser Schwingel (*Festuca ovina*, *F. valesiaca*) und Luerssens Schillergras (*Koeleria luerssenii*) typisch, an Nordhängen Draht-Schmiele (*Avenella flexuosa*), Vielblütige Hainsimse (*Luzula multiflora*) und Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*). Mit ansteigender Höhenlage treten Alpen-Lieschgras (*Phleum alpinum*) und Borstgras (*Nardus stricta*) an ihre Stelle. Am steilsten ist es auf dem Grat von Bergfalten; dort bilden in Nordexposition Haarblättriges und Niedriges Schuppenried (*Kobresia capillifolia*, *K. humilis*) die Matrix für artenarme Vegetationspolster auf Kanten, die dem Wind ausgesetzt sind. Ebenfalls an sehr steilen südexponierten Hängen – aber nicht ganz so hoch hinauf – wächst Buntschwingel (*Festuca varia*). Dort, wo es weniger steil ist, kommen Adscharischer Flaumhafer (*Helictotrichon adzharicum*), Niederliegender Schwingel (*Festuca supina*) und Dunkle Segge (*Carex tristis*) an den Hängen vor.

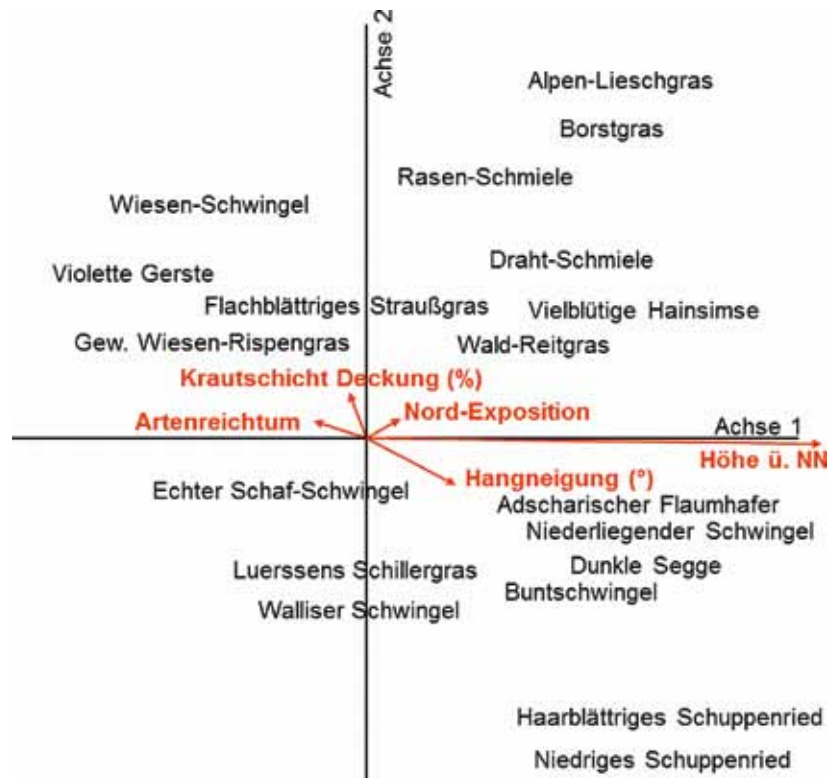
Abbildung 5 zeigt auch die Unterschiede im Artenspektrum zwischen Wiesen und Weiden. So gelten Violette Gerste, Wiesen-Schwingel, Flachblättriges Straußgras und Wiesen-Rispengras sowie Adscharischer Flaumhafer als typische Arten der Heuwiesen; dagegen kennzeichnen Schaf- und Walliser Schwingel sowie Luerssens Schillergras beweidetes Grünland. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass besonders die Wiesennutzung an Süd- und Nordhängen die artenreichsten Pflanzenbestände hervorbringt. Heutige Wiesen auf einigermaßen ebenen, entsteinen Standorten, die reich an Süßgräsern der Fettwiesen sind (Violette Gerste, Wiesen-Schwingel etc.), wurden dabei früher vermutlich als Ackerland

Tabelle 1: Anzahl der Indikatorarten in Habitattypen der Kazbegi-Region

Exposition, Hangneigung	eben	moderat (<10°)	steil (>10°)
Keine	20 (30)		
Süden (135°–224°)		12 (86)	3 (91)
Osten (45°–134°) und Westen (225°–314°)		1 (40)	4 (105)
Norden (315°–45°)		15 (16)	11 (74)

Die auf Patch-Ebene erhobenen Daten lassen sich Lebensraumtypen (Habitattypen) zuordnen, die für die Regionalisierung der Ergebnisse im GIS von Bedeutung sind. Jeder Habitattyp zeichnet sich durch charakteristische Arten (nach der Indikatorartenanalyse nach Dufrene & Legendre) aus. Die höchsten Zahlen spezifischer Pflanzenarten finden sich im ebenen Talgrünland und auf süd- und nordexponierten Flächen (Anzahl der Datensätze in Klammern).

■ Abb. 5: DCA-Ordinationsdiagramm der Pflanzenarten (445 Aufnahmen) des Kazbegi-Grünlands. Im Diagramm sind die Schwerpunkte der Vorkommen von Süß-, Ried- und Sauergräsern, die typisch sind für die unterschiedlichen Grünland- und Rasen-Pflanzengemeinschaften der unteren subalpinen bis alpinen Höhenstufe, entlang der Gradienten (rote Pfeile) Exposition, Hangneigung und Höhenlage dargestellt.



für Hackfrucht- und Getreideanbau genutzt. Ob diese Vermutung zutrifft, soll durch Analysen der Bodensamenbank (Auskeimungsmethode) dieser Standorte geprüft werden. Neben den Arten des Grünlandes keimen aus den Bodenproben Ackerwildkräuter wie Hirten-täschel-Kraut (*Capsella bursa-pastoris*), Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*), Hain-Hungerblümchen (*Draba nemorosa*) und Acker-Vergißmeinnicht (*Myosotis arvensis*), die als Indikatorarten für den früher auf allen geeigneten Standorten weitverbreiteten Ackerbau gelten und die den Landnutzungswandel von Ackerland zu Heuwiesennutzung belegen.

Integrierte Auswertung

Mittels verschiedener Modellierungsansätze sollen die Ergebnisse der Vegetationsanalysen auf Patch-Ebene in den Landschaftsraum übertragen werden. So werden in Zusammenarbeit mit Projekteinheit A im zweiten Projektjahr die Reflexionsspektren der abgrenzbaren Grünlandtypen mit einem Feldspektrometer vor Ort erfasst. Anschließend sollen die spektralen Eigenschaften der Bestände mit den Farbwerten von Satellitenbildern der Region korreliert werden. Hierdurch wird im Bottom-up-Ansatz eine Brücke zwischen Vegetationsökologie und Fernerkundung geschlagen. Prognosen für Vorkommen und Verbreitung von

Arten und Artengruppen bei sich ändernden Rahmenbedingungen sollen schließlich mit Hilfe weiterer Modellierungsansätze abgeleitet werden. So soll unter anderem das im Sonderforschungsbereich 299 „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ an der Universität Gießen erarbeitete Modell ProF (Prognosis on Floristics; Waldhardt et al. 2010) auf Anwendbarkeit in der Projektregion geprüft und gegebenenfalls modifiziert werden. •

LITERATUR

- Myers, N. 1990:** The biodiversity challenge: Expanded hot spot analysis. – *The Environmentalist* 10: 243-256.
- Myers, N. 2003:** Biodiversity Hotspots Revisited. – *BioScience* 53 (10): 916-917.
- Nakhutsrishvili, G. 1999:** The vegetation of Georgia (Caucasus). – *Braun-Blanquetia* 15: 5-74.
- Nakhutsrishvili, G., Sikharulidze, S. & Abdaladze, O. 2006:** Bakuriani – natural and cultural resources of the Borjomi region. – Institute of Botany,

- Tbilisi and SDS (Swiss Agency for Development and Cooperation). 56 S.
- Nakhutsrishvili, G., Abdaladze, O., Kikodze, A. 2005:** Khevi – Kazbegi region. – Institute of Botany, Tbilisi and Swiss National Science Foundation. 54 S.
- Waldhardt, R., Bach, M., Borresch, R., Breuer, L., Diekötter, T., Frede, H.-G., Gäth, S., Ginzler, O., Gottschalk, T., Julich, S., Krumpholz, M., Kuhlmann, F., Otte, A., Reger, B., Reiher, W., Schmitz, K., Schmitz, P.M., Sheridan, P., Simmering, D., Weist, C., Wolters, V. & Zoerner, D:** Evaluating today's landscape multifunctionality and providing an alternative future: a normative scenario approach. – *Ecology and Society* 15(3): 30.

KONTAKT

Prof. Dr. Dr. Annette Otte
Justus-Liebig-Universität
Professur für Landschaftsökologie
und Landschaftsplanung
IFZ, Heinrich-Buff-Ring 26-32,
35392 Gießen
Telefon: 0641 99-37160
Annette.Otte@umwelt.uni-giessen.de