

Vegetation von Almweiden im Berchtesgadener Land

Vegetation of mountain pastures in the Berchtesgadener Land

Jörg Ewald¹ , Martina Hofmann², Tobias Köstl³, Bernd Panassiti¹ ,
Sebastian Seibold⁴ , Verena Styrnik⁵  & Christina Hartung¹

¹Institut für Ökologie und Landschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3, 85354 Freising, Deutschland; ²Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Am Staudengarten 1, 85354 Freising, Deutschland; ³E.C.O. Institut für Ökologie, Lakeside B07b, 9020 Klagenfurt, Österreich; ⁴Professur für Forstzoologie, Technische Universität Dresden, Piennner Straße 7, 01737 Tharandt, Deutschland; ⁵Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising, Deutschland
*Korrespondierender Autor, E-Mail: joerg.ewald@hswt.de

Zusammenfassung

Auf acht Almen der Biosphärenregion Berchtesgadener Land wurden im Jahr 2021 vor Weideauftrieb Vegetationsaufnahmen angefertigt, in einer zentralen Aufnahme pro Alm wurden bodenchemische Messungen durchgeführt. Zusätzlich wurde entlang von Transekten zwischen den Aufnahmen eine floristische Gesamterfassung durchgeführt. Die Vegetationsaufnahmen wurden mittels NMDS-Ordination und agglomerativer Clusteranalyse Vegetationstypen zugeordnet, welche hinsichtlich Artenzahlen, mittleren Ellenberg-Zeigerwerten, mittleren Futterwertzahlen und der Deckung von Zeigerarten für geschützte Biotope verglichen wurden. Die Ordination (lokal) wurde mit zwei Referenzdatensätzen mit insgesamt 771 Vegetationsaufnahmen (regional; davon 54 mit Messungen zur Bodenchemie) von einer größeren Anzahl Almen des Biosphärengebiets verglichen.

Die Pflanzenartenzusammensetzung folgte einem geologisch bedingten, kombinierten Gradienten abnehmender Bodenfeuchte und zunehmenden pH-Wertes (NMDS-Achse 1) sowie einem mutmaßlich bewirtschaftungsbedingten Gradienten zunehmender P- und N-Versorgung sowie der mittleren Futterwertzahlen (NMDS-Achse 2). Entlang des pH-Gradienten wurden acht Pflanzengesellschaften unterschieden: *Geo montani-Nardetum* auf sauer verwitternden Kieselkalken (Ruhpolding Formation), auf basenreichen Mischsubstraten *Crepido-Festucetum rumicetosum arifolii*, *Crepido-Festucetum typicum*, *Caricetum ferrugineae* und *Lolio-Cynosuretum* (zwei Ausbildungen auf unterschiedlichen tief gelegenen Almen) sowie auf Hauptdolomit *Seslerio-Caricetum silenetosum*. *Crepido-Festucetum* und *Lolio-Cynosuretum* hoben sich durch höhere Futterwerte als Wirtschaftsgrünland von den übrigen auf Magerrasen bzw. Brachen ausgeprägten Gesellschaften mit höherer naturschutzfachlicher Wertigkeit ab. Auf zwei Almen erwies sich die Vegetation als heterogen aus mehreren Pflanzengesellschaften zusammengesetzt, was sich in einer hohen Beta- und Gamma-Diversität niederschlug. Auf den magersten Almen war zwar die Anzahl der wertbestimmenden Biotopzeiger am höchsten, nicht jedoch die alpha- oder gamma-Diversität aller Pflanzen. Die vegetationsökologische Untersuchung bildet eine wichtige Grundlage für die Interpretation weiterer Untersuchungen auf den Almen.

Abstract

In 2021 vegetation plots were surveyed before the onset of grazing on eight mountain pastures situated in the biosphere region Berchtesgadener Land. In each pasture, 13 plots were surveyed for plant species composition and cover and soil chemistry was measured on one central plot. Additionally, the total pool of vascular plant species (gamma-diversity) was qualitatively recorded along transects between the vegetation plots around mid-summer. Vegetation plots were subjected to NMDS-ordination and numerical agglomerative classification (Ward-method) to define eight vegetation types. The latter were characterized by diagnostic species (indicator species analysis) and in terms of species richness, average Ellenberg indicator values, average feed values and the cover of indicator species of legally protected grassland biotopes. The ordination scores (local) were compared to a NMDS ordination of 771 reference plots (regional; 54 with measurements of soil chemistry) from the larger biosphere region.

The main gradient of plant species composition (NMDS-axis 1) was closely related to decreasing site moisture and increasing soil pH and appeared to be induced by bedrock geology. While the majority of pastures developed on mixed talus material of intermediate chemistry, the pastures on acidic radiolarian (Ruhpolding formation) and dolomite rocks (Hauptdolomit) formed the endpoints of the axis. A second orthogonal gradient ordered plots according to increasing macronutrient (P, N) availability and feed value. Along the pH-gradient, eight vegetation types were distinguished: *Geo montani-Nardetum* on acidic radiolarian and sandstone rocks, *Crepido-Festucetum rumicetosum arifolii*, *Crepido-Festucetum typicum*, *Caricetum ferrugineae* und *Lolio-Cynosuretum* (the latter with two local forms on low elevation pastures) on mixed talus substrates, and *Seslerio-Caricetum silenetosum* on dolomite. *Crepido-Festucetum* und *Lolio-Cynosuretum* were distinguished as cultivated grasslands by higher feed values in contrast to the oligotrophic grasslands and fallows with high nature value. Two pastures turned out to be composed of heterogeneous plant communities resulting in high beta- and gamma-diversity. Oligotrophic grasslands had the highest richness of nature value indicators, but not the highest overall plant richness on the plot (alpha) and pasture level (gamma). The knowledge of plant communities and their respective ecology provides an important baseline for interpreting the subsequent experiments performed on the pastures.

Keywords: associations, biosphere region, mountain pasture, Northern Calcareous Alps, plant species richness, vegetation

1. Einleitung und Fragestellung

Die Almen der Alpen sind ein extensives Nutzungssystem, dessen biologische Vielfalt sich über Jahrtausende entwickelt hat (Ringler 2009, Gilck & Poschlod 2019). Vielen Landwirten wie Naturschützern gelten sie als Musterbeispiel einer angepassten Landnutzung (Bätzing 2021). Ihre Artenvielfalt wird in besonderem Maße als Grundlage für kulturelle Ökosystemleistungen (regionale Identität und Heimatgefühl, Tourismus und Naherholung, Naturerbe im Sinne von Burkhard et al. 2014) wahrgenommen.

Gemeinschaftlich bewirtschaftete Almen stellen ein bedeutendes Relikt der mittelalterlichen Allmende dar (Gueydon 2012). Im saisonalen Weidesystem der Almen (Transhumanz) hängen Produktivität und Beweidung entscheidend von der Phänologie des Graslandes ab. Auf Berechtigungsalmen liegt der Grundbesitz meist in öffentlicher Hand und Weideregeln regeln den Zeitpunkt von Auf- und Abtrieb sowie Art und Anzahl des zulässigen Viehbestandes.

In den Nördlichen Kalkalpen, deren Gipfelhöhen 3000 m ü. NN nur an wenigen Stellen erreichen (Meynen & Schmithüsen 1953), findet Almwirtschaft vorwiegend in der von Natur aus bewaldeten montanen und subalpinen Stufe statt. Montane Almen müssen durch Rodung und Schwendung von Bäumen und Krummholz vor der Waldsukzession geschützt werden (Aigner et al. 2010).

Die Jahresmitteltemperatur hat in den Alpen seit 1850, wo das Ende der Kleinen Eiszeit und der Beginn der Industrialisierung zusammenfallen, um ca. 2 °C zugenommen (Winkler 2006, Auer et al. 2007). Die Vegetationsperiode verfrüht sich u.a. durch frühere Schneeschmelze und führt in alpinen Rasen zu höherem Biomassezuwachs (Jonas et al. 2008), in montaner und subalpiner Vegetation zu einer Zunahme der Konkurrenz (Rammig et al. 2010), die sich auf Silikatgesteinen der Zentral- und Westalpen oft in einer Verbuschung mit *Alnus alnobetula* (Anthelme et al. 2007), in den Nördlichen Kalkalpen mit *Pinus mugo* (Dullinger et al. 2003) zeigt.

Der voranschreitende Klimawandel bedingt einen früheren Beginn des Vegetationswachstums, eine verlängerte Vegetationsdauer, höhere Temperaturen und somit ein erhöhtes Produktivitätspotenzial von Almen. Dieser Effekt wird vermutlich besonders in den nördlichen Alpen noch weiter zunehmen (Jäger et al. 2020).

Das Nutzungssystem der Almen konnte in den Bayerischen Alpen nach einer sozio-ökonomischen Krise (Sozialbrache) seit den 1970er Jahren nicht zuletzt durch umfangreiche Agrarförderung stabilisiert werden (Ringler 2007, 2009). So werden in der Pflegezone des im Eigentum des Freistaats Bayern befindlichen Nationalparks Berchtesgaden Almen auf Grundlage der Rechtstitel, die nicht selten bis in 16. Jahrhundert zurückreichen, bestoßen. In den letzten Jahren häufen sich dort Beschwerden über einen Rückgang der Futterqualität und wachsenden Aufwand für die Weidepflege, was mit einer fehlenden Passung zwischen zulässigem Auftriebszeitpunkt und immer früher einsetzender Vegetationsperiode erklärt wird. Um die Auswirkungen eines früheren Austriebs auf agronomische Kenngrößen, Blütenangebot und Insektenfauna zu testen, wurde auf acht Almen des Biosphärenreservats Berchtesgaden ein Praxisversuch angelegt (Styrnik et al. 2022). Die Versuchsflächen wurden zu Beginn des Experiments durch Vegetationsaufnahmen dokumentiert.

In diesem Beitrag wird die Vegetation der acht untersuchten Almen im Hinblick auf folgende Fragen untersucht: (1) Welche pflanzenökologischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede weisen die Versuchsflächen auf? (2) Welche physiographischen Triebkräfte (Umweltfaktoren) sind für die Unterschiede verantwortlich? (3) Welche Vegetationstypen kommen auf den untersuchten Almen vor? (4) Wie repräsentativ sind sie für die Almlandschaft des Biosphärenreservats? (5) Wie ist die Vegetation der untersuchten Almweiden naturschutzfachlich zu bewerten?

2. Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen fanden in den Berchtesgadener Alpen (016), zum kleinen Teil in den Chiemgauer Alpen (027) statt, beide sind Naturraum-Untereinheiten der Nördlichen Kalkalpen (D68, Meynen & Schmithüsen 1953). Dem entsprechen die forstlichen Wuchsbezirke 15.9 und 15.6 (Walentowski et al. 2001). Das Gebiet gehört zum Landkreis Berchtesgadener Land (Bayern, Bundesrepublik Deutschland). Mit einer Höherenstreckung von 470 m an der Saalach bis 2713 m ü. NN am Watzmann zeichnet es sich durch ein vielfältiges Relief und ausgeprägte bioklimatische Höhenstufen aus.

2.1 Geologie und Klima

Das Gebiet gehört zu den Nördlichen Kalkalpen und zerfällt nach Doben (1981) entlang der Linie Schneizelreuth-Reichenhall in zwei tektonisch-stratigraphische Einheiten: Der Nordwesten gehört zur Lechtaldecke und ist großflächig vom triassischen Hauptdolomit (Nor) geprägt; im Süden (Tirolikum) bilden massige, wenig gefaltete Stöcke von

Ramsaudolomit (Ladin) und Dachsteinkalk (Nor) ausgedehnte, durch teilweise fjordartige Trogtäler gegliederte Karstplateaus, denen hier und dort jüngere nicht verkarstende Radiolarite (Jura, Ruhpolding-Formation), Sandsteine und Mergel (Kreide, Gosauschichten) aufliegen. Die anstehenden, schwer verwitterbaren Carbonatgesteine wurden örtlich im Zuge von Vergletscherung und periglazialer Verwitterung von Lockersedimenten (Hangschutt, Moränen, Blocksturzmassen) bedeckt (Risch 1993). Lockersedimente und Mergel bilden auf Grund ihrer Verwitterbarkeit und ihres Feinmaterialreichtums bevorzugte Almböden (Ringler 2009).

Das Saalachtal bei Bad Reichenhall ist mit 470 m ü. NN und 8,5 °C Jahresdurchschnittstemperatur der tiefst gelegene, wärmste Teil der Bayerischen Alpen. Die Temperaturen nehmen mit einem Gradienten von -0,48 °C pro 100 m linear ab (Ewald 1997), so dass am Watzmann in 2713 m Meereshöhe -2,3 °C zu erwarten sind. Parallel nimmt die Länge der Vegetationszeit um ca. -4,7 Tage/100 m von ca. 166 Tagen auf 60 Tage ab. Bei einem Höhengefälle von +48 mm/100 m ($R^2 = 0,69$; Ewald 2001) nimmt der Niederschlag von 1661 mm auf ca. 2737 mm in den Gipfellagen zu. Unterstellt man eine lineare Zunahme der Schneedeckendauer um 11,4 Tage/100 m, so liegen auf den untersuchten Almen an 114 (Salet) bis 234 Tagen (Gotzen) Schnee (Tab. 2). In tieferen Lagen werden die maximalen Schneehöhen im Februar, in der Höhe im März erreicht. Im Tal liegen im Mittel 50 cm, in der Höhe 3–5 m Schnee (Nationalparkverwaltung Berchtesgaden).

Seit dem Ende der Kleinen Eiszeit (1850) hat die mittlere Jahrestemperatur in den Alpen bereits um ca. 2,0 °C zugenommen (Auer et al. 2007), was einer Verschiebung der thermischen Höhengrenzen um 417 m oder einer Zunahme der Vegetationszeit um 19,7 Tage sowie einer Abnahme der Schneedeckendauer um 47,3 Tage entspricht. Andererseits lässt eine weitere Zunahme der Temperatur um 2 °C bis 2100 entsprechende Klimaverschiebungen erwarten. Lediglich für den Jahresniederschlag wird keine gerichtete Veränderung erwartet, so dass auf speicherfähigen Böden längere Dürreperioden auch künftig wenig wahrscheinlich sind.

Tabelle 1. Geologie der untersuchten Almen.

Table 1. Bedrock geology of the studied mountain pastures.

	Stratigraphie nach (LfU Bayern o. J.)	Substrattypen nach Kolb (2012)
1_Höllnbach	Hauptdolomit (Moräne, wärmzeitlich)	291-Hartdolomite (373-mergelige Fernmoränen)
2_Lattenberg	Dachsteinkalk; Hangschutt (Gosau-Schichten)	281-Hartkalke, z.T. konglomeratisch; 263-rasch verwitternde Sandmergel; 482-kalkige Hangschutte
3_Hals	Hauptdolomit (Moräne, wärmzeitlich)	291-Hartdolomite (373-mergelige Fernmoränen)
4_Mittereis	Blockschutt/Hangschutt, pleistozän bis holozän	481-kalkige Blockstürze/482-kalkige Hangschutte
5_Salet	Hangschutt pleistozän-holozän/Lokalmoräne, wärmzeitlich	482-kalkige Hangschutte/583-kalkige Bachschuttkegel/373-mergelige Fernmoränen
6_Krautkaser	Hangschutt, pleistozän bis holozän/Ruhpolding-Formation/Allgäu-Formation	482-kalkige Hangschutte/211-nährstoffarme Hartsandsteine/273-rasch verwitternde Mergelgesteine
7_Gotzen	Ruhpolding-Formation	211-nährstoffarme Hartsandsteine
8_Regen	Lokalmoräne, wärmzeitlich	373-mergelige Fernmoränen

Tabelle 2. Interpolierte Klimadaten für die untersuchten Almen (nach Daten des Deutschen Wetterdienstes und Nationalparkverwaltung Berchtesgaden).

Table 2. Interpolated climate data for the investigated mountain pastures (based on data of the German Meteorological Service and Berchtesgaden National Park Administration).

	Höhe (m ü. NN)	Mittlere Jahres- temperatur (°C)	Vegetationszeit (Tage)	Jahres- niederschlag (mm)	Schneedecken- tage
Höhengradient pro 100 m		-0,48	-4.7	+48	+11.4
Bad Reichenhall	470	8,5	166	1661	95
1_Höllnbach	814	6,8	150	1826	134
2_Lattenberg	1424	3,9	121	2119	204
3_Hals	1212	4,9	131	2017	180
4_Mittereis	1326	4,4	126	2072	192
5_Salet	635	7,7	158	1740	114
6_Krautkaser	1421	3,9	121	2118	203
7_Gotzen	1691	2,6	108	2247	234
8_Regen	1530	3.4	116	2170	216
Watzmann	2713	-2,3	60	2738	350

2.2 Potentielle natürliche Vegetation

Alle untersuchten Almflächen wären von Natur aus bewaldet. Nach Ewald (2001) bilden unter 500 m submontane Buchen-, von 500 bis 800 m tiefmontane Buchen-Tannen-, von 800 bis 1200 m montane Buchen-Tannen-Fichten-, von 1200 bis 1400 m hochmontane Fichten-Tannen-Buchen-, von 1400 bis 1600 m subalpine Fichtenwälder die potenzielle natürliche Vegetation (vgl. auch Suck & Bushart 2012). Gemäß Waldinformationssystem Nordalpen (LWF & HSWT 2024) handelt es sich auf Kalk- und Dolomitsubstraten um Carbonat-Bergwälder (*Aposerido-Fagetum*, oberhalb 1400 m *Adenostylo glabrae-Piceetum*), lediglich auf den Kieselkalken der Gotzen-Alm um Silikat-Fichtenwälder (*Homogyno-Piceetum*, vgl. Storch 1983).

2.3 Landnutzung

Almen sind ein prägendes Element der 1990 gegründeten UNESCO Biosphärenregion Berchtesgadener Land, die sich unter dem Motto „voralpin, alpin, hochalpin“ um die Natur- und Kulturlandschaft des gleichnamigen südostbayerischen Landkreises kümmert.

Das Untersuchungsgebiet gehört überwiegend zur Almregion der Nördlichen Kalkhochalpen, im Nordwesten zu den Nördlichen Kalk-Voralpen. Nach Ringler (2009) gab es bis 1830 im Gebiet des heutigen Nationalparks 146 Almen mit ca. 3000 Rindern. Die Anzahl der bestoßenen Almen ging im 20. Jahrhundert auf 83 (1931), 57 (1953, ca. 1900 Rinder) und 45 (1967, ca. 264 Rinder) zurück. Bis 2010 stieg der Besatz wieder auf 530 Großvieheinheiten an (Ringler 2010). Die ältesten Almen sind wegen ihrer besonderen Eignung größtenteils bis heute bewirtschaftet.

Almnutzung reicht im Alpenraum örtlich bis in die Bronze- und Römerzeit zurück. Sie begegnet der Knappheit von landwirtschaftlichen Gunstflächen in den Tälern, welche für die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln (früher Feldgraswirtschaft, heute fast ausschließlich Grünland) benötigt wurden, mit saisonalem Auftrieb der Weidetiere auf hochgelegene Almen („Sömmerung“). Seit dem ausgehenden Mittelalter erfolgte sie im Zuge einer intensiven Holznutzung der Bergwälder für die Befeuerung der Salinen (Bülow 1962), welche eine temporäre Beweidung der Kahlschlagflächen bis zu ihrer Wiederwaldung erlaubte (sog. „Maisalmen“ ohne Recht auf Schwendung des Baumwuchses). Nach Enteignung des kirchlichen Grundbesitzes (Säkularisation) gingen die Flächen ins Eigentum des Freistaats über, der seitdem die Bewirtschaftung von Wald und Weide durch Purifikation und Ablösen von Waldweiderechten zu trennen suchte (Gundermann & Plochmann 1985). Typisch für die Berchtesgadener Almregion sind Berechtigungsalmen im staatlichen Grundeigentum mit bis in die Gegenwart bestehender Waldweide (Ringler 2010). In der örtlichen Bezeichnung der Almen als „Kaser“ klingt die früher verbreitete Sömmerung von Milchkühen mit der Produktion von Milch, Butter und Käse nach, die jedoch in den letzten Jahrzehnten zu Gunsten der Jungviehweide weitgehend aufgegeben wurde.

Die auf der Gemarkung der Gemeinde Schneizlreuth gelegene Höllenbach-Alm wurde 1922 an Stelle eines seit 1600 bestehenden Bauernhofs errichtet und dient mit 12 ha Lichtweide als Niederleger für das Jungvieh des Eisenbichlerhofs. Die zur selben Gemeinde gehörende Lattenberg-Alm besteht seit 1388, umfasst 22 ha mit 129 Waldweide und wird im Hochsommer als Hochleger mit Jungvieh bestoßen. Die sechs übrigen Almen befinden sich alle in der Pflegezone des Nationalparks Berchtesgaden, zwei davon in der Gemarkung Forst-Hintersee der Gemeinde Ramsau: Die Hals-Alm liegt am Nordabfall der Reiter Alm und wird auf 42 ha Lichtweide mit 115 ha Waldweide im Spätsommer mit dem Jungvieh des Lacklehens bestoßen. Die oberhalb des Hirschbichtals am Fuße des Hocheiskopfes gelegene Mittereis-Alm bildet mit 41 ha Licht- und 578 ha Waldweide den sehr extensiv mit wenigen Jungrindern bestoßenen Hochleger der Bind-Alm mit Weiderechten der Höge Kressenlehen und Möslerlehen. Vier Almen liegen in Gemarkungen der Gemeinde Schönau am Königssee: Die 48 ha und 70 ha Waldweide umfassende Krautkaser-Alm ist ein mit Jungvieh des Stangerlehens bestoßener Mittelleger in der Almlandschaft zwischen Göll und Jenner. Die 790 erstmals urkundlich erwähnte Gotzen-Alm umfasst als Hochleger 64 ha Licht- und 324 ha Waldweide am Westabfall des Hagengebirges und wird als Gemeinschaftsalm von sechs Hofstellen bestoßen. Etwas weiter südlich befindet sich die 65 ha Licht- und 219 ha Waldweide umfassende Regen-Alm, die von einem Pächter mit einer Mutterkuh-Herde bestoßen wird. Die 1516 erstmals erwähnte Salet-Alm befindet sich am südlichen Ufer des Königssees, über den das Jungvieh der Höfe Rennerlehen und Mooslehen auf die 51 ha Licht- und 130 ha Waldweide gebracht wird.

2.4 Flora und Vegetation

Bereits 1785 listete Franz von Paula von Schrank in der ersten Flora der Berchtesgadener Alpen 512 Pflanzenarten (von Paula von Schrank 1785). 1798 inspirierte das Gebiet Alexander von Humboldt für seine weltweiten Studien ökologischer Höhenstufen (Päbler 2020) und 1854 beschrieb Otto Sendtner im Auftrag des bayerischen Königs Maximilian II die Abhängigkeit ihrer Pflanzen von Gesteinen und Höhenlage (Sendtner 1854). 1910 wurde der spätere Nationalpark als „Pflanzenschonbezirk“ ausgewiesen und von Magnus (1915) vegetationskundlich erfasst. Lippert (1966) untersuchte die naturnahe Vegetation des Offen-

landes, Storch (1983) die Waldgesellschaften. Lippert et al. (1997) nannten ca. 900 für den Nationalpark nachgewiesene Gefäßpflanzenarten. Springer (1997) wies auf den 68 Almen des Biosphärenreservats 61 Pflanzengesellschaften nach.

Naturschutzwert und Schutzbedürftigkeit der Almen stehen in einem gewissen Spannungsverhältnis zu landwirtschaftlichen Kriterien wie Erschließung, Auftriebszahlen und Futterertrag (Ringler 2009). Den botanischen Artenreichtum und die besondere Lebensraumqualität von Almweiden erklärt Ringler (2010) mit der komplexen Überlagerung von naturnahen, extensiv genutzten und wirtschaftsgeprägten Lebensräumen. Die im Nationalpark Berchtesgaden vorliegende Einbettung von Almen in ausgedehnte Schutzgebiete ist in vielen Teilen der Alpen typisch. Die amtliche Alpenbiotopkartierung (Urban & Mayer 1996) erfasste im Jahr 2006–2007 die Biosphärenregion und grenzte auf allen untersuchten Almen naturschutzfachlich wertvolle Biotope ab. Die sechs im Nationalpark Berchtesgaden gelegenen Almweiden gehören zum FFH-Gebiet 8342-301.

3. Methoden

3.1 Flächenauswahl

Ausschlaggebend für die Auswahl der Almen war die Bereitschaft der Weideberechtigten mitzuwirken. Auf acht Almen (Abb. 1, sechs im Nationalpark, zwei, Lattenberg- und Höllenbach-Alm, im nördlichen Vorfeld) wurden produktive Flächen mit geringem Gehölzaufwuchs und geringer Dominanz von Lägerflur-Unkräutern ausgewählt.

3.2 Aufnahme der Untersuchungsflächen

Auf jeder der acht Almen wurden vor dem Almauftrieb 13 Vegetationsaufnahmen mit einer Größe von 3 m x 3 m angefertigt (insgesamt 104 Aufnahmen). Die Aufnahme erfolgte durch Erfassung aller sichtbaren Pflanzenarten (Gefäßpflanzen, Moose) mit anschließender Schätzung der artspezifischen Deckung auf der dreizehnteiligen Skala von Londo (1976).

Auf jeder Almweide wurde in der zentral gelegenen Aufnahme eine Bodenprobe aus dem oberen Mineralboden zur Messung des pH-Wertes (in KCl mit Glaselektrode), der Basensättigung (BaCl₂-Extraktion, ICP) und des Gehaltes an organischem Kohlenstoff (Gesamt-Kohlenstoff abzüglich Carbonat-Kohlenstoff bestimmt nach Scheibler-Methode, wenn pH > 6,3), Stickstoff (Elementanalysen mit Vario EL cube) und Phosphor (Zitronensäureextraktion, ICP) entnommen.

3.3 Referenzaufnahmen

Um die Repräsentativität der Versuchsflächen für die Almweiden der Biosphärenregion einzuschätzen, wurden zwei externe Datensätze aufbereitet. Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Referenzaufnahmen auf Almen im Untersuchungsgebiet.

Der Datensatz von Springer (1997) enthielt 717 Vegetationsaufnahmen und war als pdf-Datei einschließlich der pflanzensoziologischen Tabellen verfügbar. Die Einzelaufnahmen wurden aus den Tabellen rückdigitalisiert. Beim Import in Turboveg 2.0 (Hennekens & Schaminée 2001) wurden identische Taxonnamen automatisch, von der Referenzliste abweichende Namen von Hand den gültigen Taxa der taxonomischen Referenzliste GermanSL Version 1.5 (Jansen & Dengler 2008) zugeordnet.

Als zweiter Referenzdatensatz wurden Daten aus einer unveröffentlichten Dissertation von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg verwendet. Dieser umfasste 54 Vegetationsaufnahmen (Größe der Plots: jeweils 2 m x 2 m) und enthielt zusätzlich Messungen zur Bodenchemie. Pro Plot wurden jeweils folgende Boden-Parameter analysiert: pH-Wert (in KCl), Kationenaustauschkapazität (KAK, BaCl₂-Extraktion), Gesamt-Kohlenstoff, Gesamt-Stickstoff (Dumas-Methode) und Phosphat-Gehalt (Doppel-Laktat-Methode).

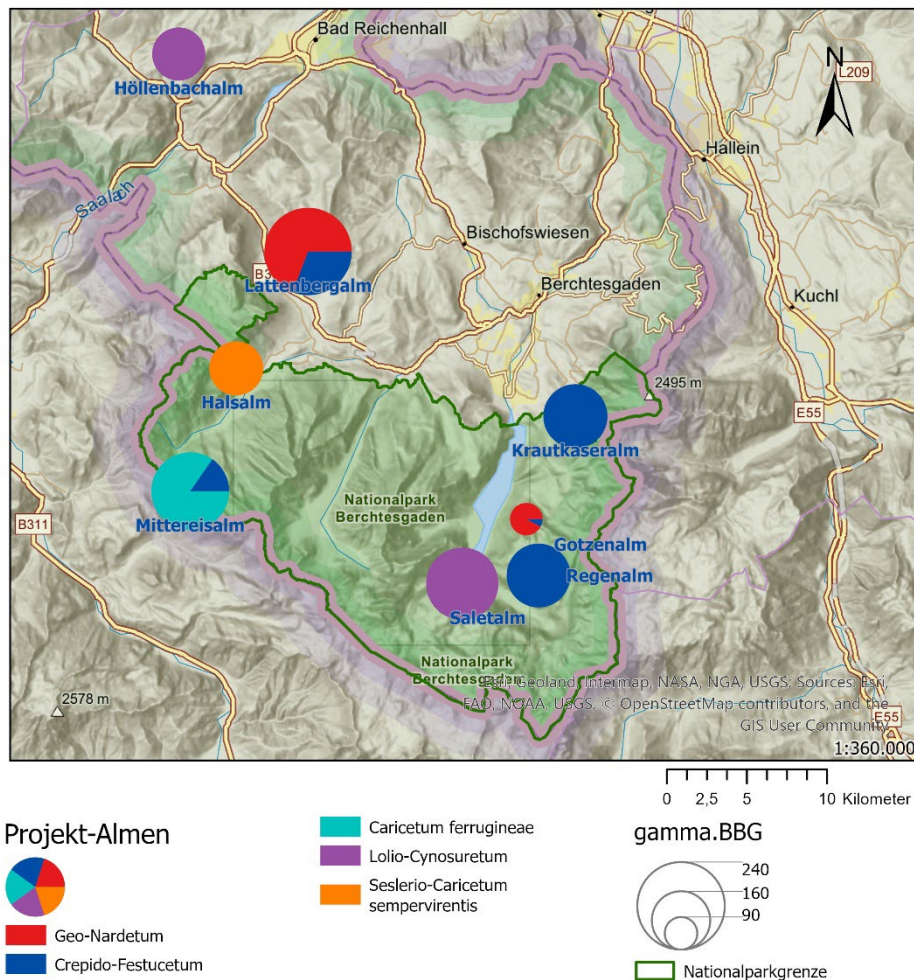


Abb. 1. Lage der untersuchten Almen und Verteilung der ausgewerteten Vegetationsaufnahmen einschließlich Referenzaufnahmen; violette Linie: Landesgrenze und südliche Grenze der Biosphärenregion; grüne Linie: Nationalpark Berchtesgaden.

Fig. 1. Map of the studied mountain pastures (blue triangles) and distribution of vegetation plots including reference plots (red circles); purple line: national border and southern limit of the biosphere region; green line: Berchtesgaden National Park.

3.4 Floristische Transektkartierungen

Zur Ermittlung der Gesamt-Artenpools wurden auf den acht Almen 2021 bis 2023 floristische Transektkartierungen durchgeführt. Im Rahmen von zwei von der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora e. V. organisierten Wochenenden 2022 und einem Kartiertag 2023 begingen 8–10 ehrenamtliche Botaniker/innen jeweils innerhalb eines halben Tages die Weideflächen zwischen den Vegetationsaufnahmen auf jeder Alm und erfassten alle bestimmbar Gefäßpflanzenarten.

3.5 Datenaufbereitung und -Analyse

Die 104 Vegetationsaufnahmen der Versuchsflächen wurden nach Wurzeltransformation der Deckungswerte mittels Ordination und Klassifikation (Komplementäranalyse) homogenen Vegetationstypen zugeordnet. Dabei wurden Nichtmetrische multidimensionale Skalierung (NMDS, zwei Achsen) und agglomerative Clusteranalyse nach Ward mit dem Soerensen-Koeffizienten als Ähnlichkeitsmaß verwendet. Das Ausmaß der floristischen Differenzierung von Almen und Clustern wurde durch Permutation der Soerensen-Ähnlichkeiten getestet (Multiple Response Permutation Procedure MRPP; McCune & Mefford 2018).

Für die Cluster wurden mittels Zeigerarten-Analyse (Funktion `multipatt`; de Cáceres et al. 2010) lokale Trennarten gesucht als Ausgangspunkt für die manuelle Sortierung der Vegetationstabelle. In der Beschreibung der Vegetationstypen werden neben den Trennarten die hochsteten (in $\geq 80\%$ der Aufnahmen registrierten) und dominanten (Deckung erreicht $\geq 10\%$) Arten genannt. Die Zuordnung der Cluster zu Pflanzengesellschaften erfolgte durch Vergleich mit Beschreibungen, Vegetationstabellen und Stetigkeitstabellen in Springer (1997), Oberdorfer (1983) und Oberdorfer (1978) sowie mit den Beschreibungen in Mucina & Grabherr (1993) sowie Grabherr & Mucina (1993). Die Benennung der Assoziationen folgt der Referenzliste von Rennwald (2000).

Die Cluster wurden mittels Boxplots der mittleren, mit der Quadratwurzel der Deckung gewichteten Zeigerwerte (Ellenberg et al. 2001), Artenzahlen und Deckungssummen miteinander verglichen. Die Futterwertzahlen (Briemle et al. 2002, Werte aus Klotz et al. 2002) wurden zu mit der Quadratwurzel gewichteten Mittelwerten aggregiert und Deckungssummen der Arten mit hohem bis bestem Futterwert (Stufen 7–9) wurden berechnet. Der naturschutzfachliche Wert der Vegetation wurde an Hand der Anzahl und Deckungssumme der im amtlichen bayerischen Bestimmungsschlüssel (LfU Bayern 2020) genannten wertbestimmenden Zeigerarten quantifiziert. Verwendet wurden die Zeigerarten für nach §30 Bundesnaturschutzgesetz in Verbindung mit Art. 23 Bayerisches Naturschutzgesetz geschützte „Grünlandbestände höherer Gebirgslagen“ (Tafel 32) und „Grünlandbestände auf Mager- und Trockenstandorten mittlerer und tieferer Lagen“ (Tafeln 33 und 34). Zu allen vorkommenden Pflanzenarten wurde die Einstufung ihrer Gefährdung nach der bayerischen Roten Liste (Klotz et al. 2024) abgefragt.

Die Artenvielfalt wurde auf der Maßstabsebene der einzelnen Vegetationsaufnahme (alpha-Diversität: Artenzahl pro 9 m²-Plot) bestimmt. Die Größe der Artenpools an Gefäßpflanzen der acht Almen (Gamma-Diversität Plot, γ plot) wurden durch Berechnung von Artenakkumulationskurven der jeweils 13 Aufnahmen in PC-Ord (McCune & Mefford 2018) ermittelt und mit den Gesamtartenzahlen der floristischen Kartierung (γ BBG) verglichen. Die interne floristische Heterogenität der Almen (Beta-Diversität) wurde als Steigung der durch Logarithmierung linearisierten Artenakkumulationskurve berechnet.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ökologische Gradienten (Ordination)

Die lokale NMDS (finaler Stresswert der zweidimensionalen Lösung: 14,2) in Abbildung 2 zeigt, dass der Artenzusammensetzung der untersuchten Almweiden zwei Hauptgradienten zugrunde liegen: Die erste Achse ordnet die Aufnahmen nach ansteigender mittlerer Reaktionszahl und absteigender Feuchtezahl. Entlang dieser Achse nehmen pH-Wert ($r = 0,90$) und Basensättigung ($r = 0,81$) deutlich zu. Die zweite Achse ordnet die Aufnahmen nach ansteigendem mittlerem Futterwert und Nährstoffzahl und korreliert positiv mit der Temperaturzahl.

Die regionale NMDS der Referenzdaten ergibt eine dreidimensionale Lösung (finaler Stresswert: 13,4). Achse 1 korreliert mit der mittleren Nährstoffzahl und dem Phosphorgehalt, Achse 2 mit Feuchte- und Reaktionszahl sowie pH-Wert, Achse 3 mit Temperaturzahl und Meereshöhe.

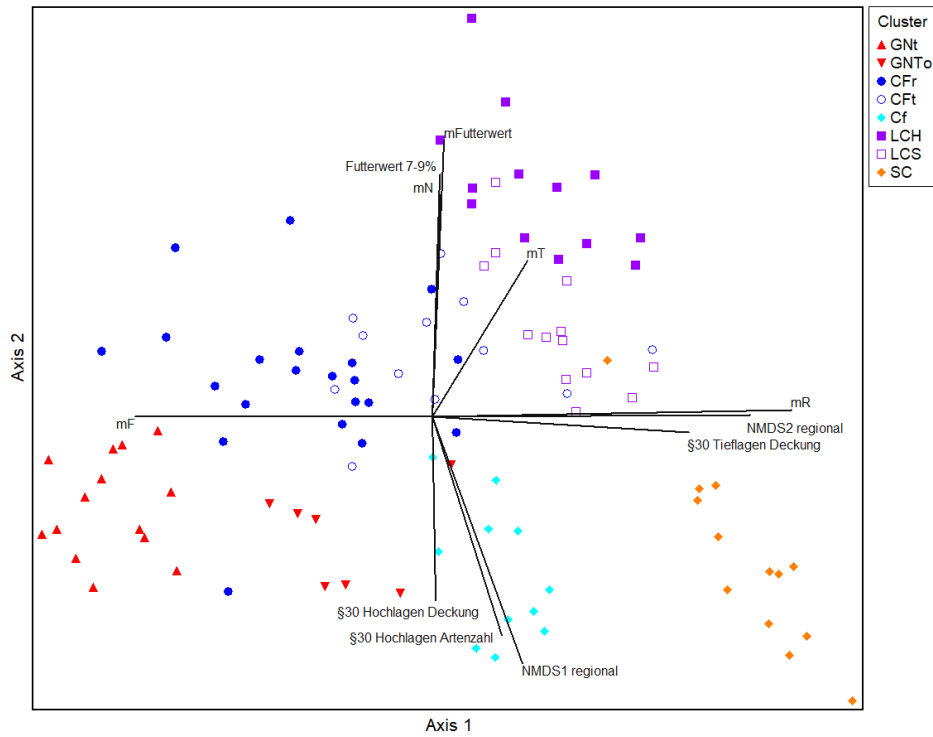


Abb. 2. Ordination (Nichtmetrische multidimensionale Skalierung) der 104 Vegetationsaufnahmen (im Text als „lokale Ordination“ bezeichnet) nach ihrer Artenzusammensetzung (wurzeltransformierte Deckung, Soerensen-Distanz); Vektoren (Joint Plot) zeigen die Korrelation der Ellenberg-Zeigerwerte für Reaktion (mR), Feuchte (mF), Makronährstoffe (mN) und Temperatur (mT) sowie des mittleren Futterwertes der Pflanzenarten mit den Ordinationsachsen. Vegetationstypen:

GNT: *Geo montani-Nardetum typicum*

GNTto: *Geo montani-Nardetum, Tofieldia calyculata*-Ausbildung

CFr: *Crepido-Festucetum rubrae rumicetousm arifolii*

CFt: *Crepido-Festucetum rubrae typicum*

Cf: *Caricetum ferrugineae*

LCH: *Lolio-Cynosuretum* der Höllenbach-Alm

LCS: *Lolio-Cynosuretum* der Salet-Alm

SC: *Seslerio-Caricetum sempervirentis silenetosum*

Fig. 2. Ordination (Non-metric Multidimensional Scaling) of 104 vegetation plots (designated as “local ordination” in text) based on their species composition (square-root-transformed cover, Soerensen-distance); vectors (joint plot) represent correlations of ordination axes with Ellenberg indicator values for soil reaction (mR), moisture (mF), macronutrients (mN) and temperature (mT) as well as with average feed value (mFutterwert), cover proportion of high feed value plants (Anteil Futterwert 7–9,) cover of *Poaceae*, herb cover (Deckung Krautige), vascular plant species richness (Artenzahl), species richness of indicator plants of protected biotopes (Artenzahl §30), proportional richness of indicator plants of protected biotopes (Anteil §30-Zeiger), Axes 1 and 2 of NMDS with 772 reference plots (NMDS_regional).

Die Ellenberg-Zeigerwerte korrelieren eng mit den an je einem Bodenprofil pro Almweide gemessenen chemischen Parametern: So ist die mittlere Reaktionszahl mit $r = 0,88$ mit dem pH-Wert sowie mit $r = 0,81$ mit der Basensättigung verbunden. Die mittlere Nährstoffzahl ($r = -0,64$) und der mittlere Futterwert ($r = -0,72$) sind negativ mit dem C/N-Verhältnis korreliert.

NMDS-Achse 1 korreliert positiv mit der Deckung von Zeigerarten nach §30 geschützter Grünlandbiotope tieferer Lagen ($r = 0,80$). Diese Bewertung beruht auf dem Vorkommen von 96 Zeigerarten, von denen folgende auf den untersuchten Almweiden höchste Deckung und Stetigkeit besitzen: *Nardus stricta*, *Anthoxanthum odoratum* agg., *Leontodon hispidus*, *Festuca rubra* agg., *Carex sempervirens*, *Potentilla erecta*, *Centaurea jacea* agg., *Carex flacca* und *Molinia caerulea* s. str.

NMDS-Achse 2 korreliert positiv mit der Deckung hochwertiger Futterpflanzen ($r = 0,77$) und negativ mit der Artenzahl ($r = -0,73$) und Deckung ($r = -0,67$) von Zeigern geschützter Grünlandbiotope höherer Lagen. Die Korrelationen mit der Gesamtartenzahl und der Anzahl von Zeigerarten nach §30 geschützter Grünlandbiotope tieferer Lagen mit den beiden Achsen sind dagegen schwach ($r < |0,3|$).

Die mittleren gewichteten Futterwerte korrelieren stark negativ mit der Deckung der Zeigerarten nach §30 geschützter Grünlandbiotope höherer Lagen ($r = -0,72$). Die Korrelation besteht, mit Ausnahme von GNt, auch innerhalb der Cluster, wenn auch mit deutlich unterschiedlichen Steigungen (Abb. 5f). Folgende von insgesamt 51 Zeigerarten fallen auf Grund ihrer Deckung und Stetigkeit bei dieser Naturschutzbewertung am stärksten ins Gewicht: *Nardus stricta*, *Erica carnea*, *Carex sempervirens*, *Sesleria caerulea*, *Thymus praecox*, *Potentilla aurea*, *Trollius europaeus*, *Luzula campestris* agg. und *Helianthemum nummularium* s. l. Dem stehen folgende Arten mit hohen Futterwerten gegenüber: *Festuca pratensis* s. l., *Lolium perenne*, *Phleum pratense* (Futterwert 9), *Lotus corniculatus*, *Agrostis gigantea*, *Dactylis glomerata* (8), *Cynosurus cristatus*, *Festuca rubra* agg. und *Lathyrus pratensis* (7).

Die Achsen dieser lokalen Ordination stimmen in hohem Maße mit denen des Vergleichsdatensatzes (regionale Ordination) überein: Eine standardisierte Mantel-Statistik von 0,92 bestätigt die hochsignifikante ($p < 0,0001$) Übereinstimmung zwischen den Koordinaten beider Ordinationen. Die Korrelation der lokalen Achse 1 mit der regionalen Achse 2 beträgt $r = 0,89$, die von Achse 2 mit Achse 1 beträgt $r = 0,78$. Diese Übereinstimmung erlaubt eine direkte ökologische Interpretation an Hand der in den Referenzflächen gemessenen Bodenparameter: Achse 1 des Vergleichsdatensatzes ist negativ mit der mittleren Nährstoffzahl ($r = -0,84$), dem gemessenen P-Gehalt ($r = -0,53$) und C/N-Verhältnis ($r = 0,41$) korreliert und somit als Gradient des Makronährstoffangebots charakterisiert, entspricht also Achse 2 der lokalen Ordination. Achse 2 der regionalen Ordination korreliert eng mit der mittleren Feuchtezahl ($r = -0,62$), der Kationenaustauschkapazität ($r = 0,57$) dem pH-Wert ($r = 0,54$) und der mittleren Reaktionszahl ($r = 0,46$) und erscheint als kombinierter Gradient abnehmender Feuchte und Bodenversauerung, womit sie der Achse 1 der lokalen NMDS entspricht.

4.2 Vegetationstypen (Klassifikation)

Die Vegetation ist innerhalb der acht Almen hochsignifikant ähnlicher als zwischen den Almen (MRPP: $T = -49,86$, $p < 0,001$). Die floristische Homogenität nimmt in der Reihenfolge Hals (mittlere Distanz 0,41) > Salet (0,42) > Gotzen (0,43) > Krautkaser (0,45) > Regen (0,48) > Mittereis (0,52) > Höllenbach (0,53) > Lattenberg (0,54) ab.

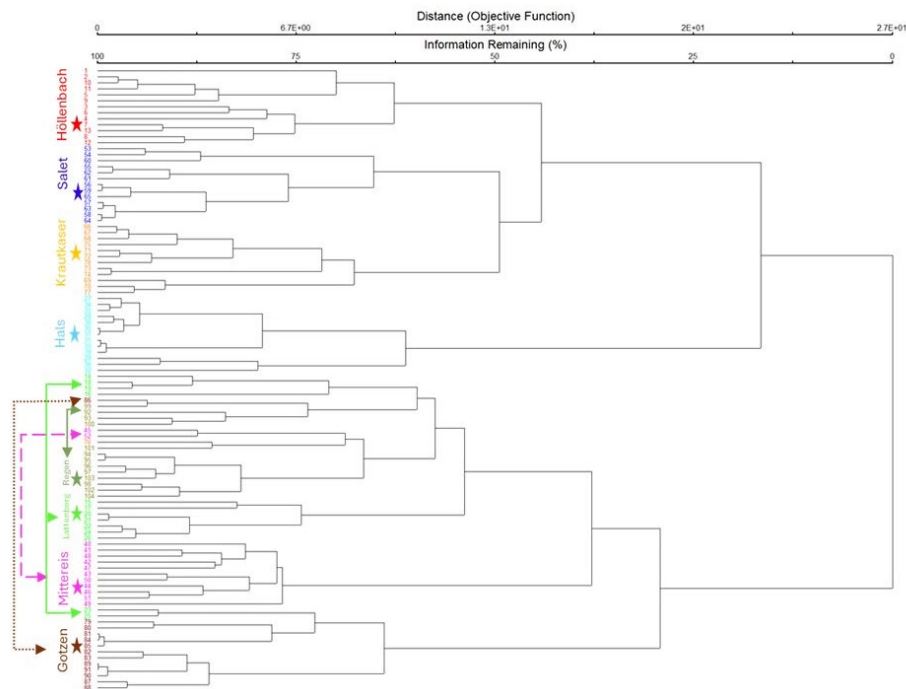


Abb. 3. Dendrogramm der Ward-Clustering (wurzeltransformierte Deckung; Soerensen-Index); die untersuchten Almen sind farblich abgetrennt; die Aufnahme der unbeweideten Nullfläche ist jeweils durch einen farbigen Pfeil gekennzeichnet.

Fig. 3. Dendrogram of the Ward-clustering (square-root-transformed cover, Soerensen-distance); the investigated mountain pastures are designated by colours; arrows indicate ungrazed control plots.

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis der Clusteranalyse. Die Aufnahmen von den tief gelegenen Almen Höllenbach und Salet sowie vom Krautkaser bilden homogene, untereinander ähnliche Cluster; die Aufnahmen von der Hals-Alm sind als eigenständiger Cluster abgetrennt; unter den hoch gelegenen Almen bilden die Aufnahmen von Regen, Lattenberg und Mittereis Mischcluster; die Gotzen ist mit zwei besonders azidophytischen Aufnahmen vom Lattenberg deutlich abgetrennt. Als besonders eigenständig erscheinen im Dendrogramm die Hals-, die Gotzen- und die Mittereis-Alm. Die acht numerischen Cluster sind floristisch geringfügig schwächer gegeneinander differenziert als die Almen (MRPP: $T = -49,67, p < 0,001$).

Borstgrastriften (*Geo-Nardetum*) (Cluster Gnt und GNT0, Beilage S1: Aufn. 81–17)

Die als *Geo montani-Nardetum strictae* Lüdi 1948 klassifizierten, von *Nardus stricta* dominierten Almweiden zeichnen sich im Gebiet durch *Arnica montana*, *Polytrichastrum alpinum* und *Pseudorchis albida* aus. Die Nährstoffzahlen (Abb. 4) sind ähnlich niedrig wie in den Kalk-Magerrasen. Nach Lüth et al. (2011b) haben Borstgrasrasen als häufigster Graslandtyp der Ostalpen ihren Verbreitungsschwerpunkt auf Silikatgesteinen der Zwischen- und Inneralpen. Die Kennarten *Homogyne alpina*, *Potentilla aurea*, *Gentiana pannonica* und *Ajuga pyramidalis* verankern die Berchtesgadener Vorkommen im alpinen Verband *Nardion* (vgl. Oberdorfer 1978), den Mucina et al. (2016) der Klasse *Juncetea trifidi* zuordnen.

Cluster GNt („Typische Hochmontane Borstgras-Trift“, *Geo-Nardetum*, typische Ausbildung) vereint Aufnahmen bodensaurer Standorte auf Gotzen- und Lattenberg-Alm. Abbildung 7a zeigt den Frühjahrsaspekt auf der Gotzen-Alm. Dominant sind die hochsteten Gräser *Nardus stricta*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula sylvatica* (Trennart, im Folgenden TA) und *Deschampsia cespitosa* neben den ebenfalls hochsteten Kräutern *Veratrum album* und *Potentilla erecta* sowie der örtlich dominanten *Vaccinium myrtillus*. Weitere hochstete Arten mit geringerer Deckung sind *Carex nigra* (TA), *Festuca rubra* agg. und *Carex pallescens*. Trennarten mit geringerer Stetigkeit sind *Carex pilulifera*, *Hieracium aurantiacum* und *Carex leporina* sowie die Laubmoose *Pleurozium schreberi*, *Polytrichastrum alpinum* und *Leucobryum glaucum*. Lüth et al. (2011a) stellen Borstgrasrasen mit Nährstoffzeigern wie *Festuca rubra* und *Anthoxanthum odoratum* in die Subassoziation *trifolietosum pratensis*. Das stete Vorkommen von Niedermoorpflanzen wie *Willemetia stipitata* und *Carex nigra* bringt relativ hohe Feuchtezahlen mit sich.

In der Kontrollparzelle auf der Gotzen-Alm wurde ein pH-Wert von 3,4, eine Basensättigung von 44,7 % und ein C/N-Verhältnis von 16,8 gemessen – es handelt sich um den am stärksten versauerten Almweidetyp im Nationalpark.

Trotz ihrer vergleichsweise geringen Artenvielfalt (Tab. 3) fallen Borstgrasrasen unter den doppelten Schutz von FFH-Richtlinie (LRT 6230) und nationalem gesetzlichem Biotopschutz. Gegen die Befürchtung, agronomische Verbesserungen könnten zu Lasten ihres Naturschutzwertes gehen, spricht die lokal gültige positive Korrelation zwischen Futterwert und Deckungsanteil der Biotopzeiger (Abb. 5f).

Alle Aufnahmen des Clusters GNTo („Hochmontane Borstgras-Trift mit Kelch-Simsenlilie“, *Geo-Nardetum*, *Tofieldia calyculata*-Ausbildung) stammen von den unterhalb der Lattenberg-Alm gelegenen Eheblöswiesen (Abb. 7b). Dominante Arten sind die hochsteten *Nardus stricta* (Trennart), *Alchemilla vulgaris* agg., *Festuca rubra* agg. und *Anthoxanthum odoratum* neben *Thuidium assimile*, *Deschampsia cespitosa*, *Poa annua* und *Veratrum album*. Hochstet sind außerdem *Leontodon hispidus*, *Potentilla erecta*, *Carex pallescens*, *Soldanella alpina*, *Luzula campestris* agg., *Campanula scheuchzeri*, *Aster bellidiastrium* (TA), *Trollius europaeus* (TA), *Gentiana verna*, *Selaginella selaginoides* (TA) und *Tofieldia calyculata* (TA). Weitere Trennarten sind *Calluna vulgaris*, *Gentiana pannonica*, *Geum montanum*, *Hieracium pilosella*, *Pinguicula alpina* und *Vaccinium vitis-idaea*. Dieser Vegetationstyp weist eine eigentümliche Mischung von extremen Säurezeigern und Arten der Kalkquellmoore auf, weswegen man ihn der Subassoziation *seslerietosum kalkreicher Böden* im Sinne von Lüth et al. (2011a) zuordnen kann. Beiden Trennartengruppen sind extrem geringe Ansprüche an die Makronährstoffversorgung gemeinsam.

In der Kontrollparzelle auf der Lattenberg-Alm wurde mit pH 3,9 und Basensättigung 47,9 % eine etwas geringere Versauerung, mit einem C/N-Verhältnis von 12,4 eine günstigere Nährstoffversorgung als im Cluster GNt festgestellt.

Laut geologischer Karte ist das in das Karstplateau aus Dachsteinkalk eingebettete Dolinenfeld mit kreidezeitlichen Gosau-Schichten bedeckt, was das kleinräumige Mosaik aus Borstgrasrasen und alpinen Kalkmagerrasen erklärt (Abb. 7b). Daraus ergeben sich neben einer mittleren Alpha-Diversität hohe Artenzahlen und Anteile von naturschutzfachlichen Biotopzeigerpflanzen sowie Spitzenwerte der Gamma-Diversität (Abb. 5, Tab. 3).

Milchkraut-Weide (*Crepido-Festucetum*) (Cluster CFr und CFt, S1: Aufn. 86–76)

Die als *Crepido aureae-Festucetum commutatae* Lüdi 1948 klassifizierten Vegetationstypen heben sich durch die anspruchsvollen Kräuter *Achillea millefolium* und *Plantago lanceolata* sowie durch das Süßgras *Cynosurus cristatus* und das Laubmoos *Thuidium assimile* gegen die oligotrophen Borstgrastriften ab. Trotz der besseren Nährstoffversorgung (siehe auch Abb. 4) ist im größeren Teil der Aufnahmen *Nardus stricta* mit einer mittleren Deckung von 17 % das dominante Gras. Die Verbandskennarten *Poa alpina*, *Phleum rhaeticum* und *Plantago atrata* verankern den Vegetationstyp im *Poion alpinae* der Hochlagen (Oberdorfer 1983) und differenzieren gegen das *Cynosurion* (*Lolio-Cynosuretum*) tieferer Lagen.

Die in Cluster CFr (*Crepido-Festucetum rumicetosum arifolii*) vereinten die Aufnahmen von der Regen-Alm (Abb. 7c) mit den besser nährstoffversorgten der Lattenberg-Alm und einzelnen Aufnahmen von Mittereis-, Gotzen- und Krautkaser-Alm (s. Abb. 4 mN). Dominante Arten sind neben *Nardus* die stete *Alchemilla vulgaris* agg., *Deschampsia cespitosa* (TA), *Thuidium assimile*, die hochstete *Festuca rubra* agg., *Poa annua* und *Veratrum album*. Hochstet sind außerdem *Trifolium pratense*, *Ranunculus acris* (TA), *Trifolium repens*, *Carex pallascens*, *Potentilla erecta* und *Anthoxanthum odoratum*. Trennarten geringerer Stetigkeit sind *Rumex alpinus* und *Botrychium lunaria* sowie die Laubmoose *Brachythecium salebrosum*, *Atrichum undulatum* und *Homalothecium lutescens*. Von den zur selben Assoziation gehörenden Almweiden des Cluster CFt unterscheidet sich dieser Vegetationstyp durch die Säurezeiger *Carex leporina*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica* und *Vaccinium myrtillus*.

Auf der Regen-Alm wurde mit einem pH-Wert von 3,5 und einer Basensättigung von 38,9 % vergleichbar saure Bedingungen wie auf der Gotzen-Alm gemessen, wobei das C/N-Verhältnis mit 11,6 ein höheres Nährstoffangebot belegt. Bei diesem Vegetationstyp liegen Alpha-Diversität und Ausstattung mit Biotopzeigern im unteren, Futterwerte im oberen Mittelfeld (Abb. 4–5, Tab. 3).

Der auf der Krautkaser-Alm vorgefundene Cluster CFt („typische Milchkraut-Weide“, *Crepido-Festucetum typicum*, Abb. 7d) wird dominiert von den hochsteten Arten *Cynosurus cristatus*, *Centaurea jacea* und dem Laubmoos *Thuidium assimile* sowie von *Dactylis glomerata*, *Anthoxanthum odoratum* und *Leontodon hispidus*. Weitere hochstete Arten geringerer Deckung sind *Festuca rubra* agg. und *Achillea millefolium*. Auch dieser Typ weist teilweise hohe Deckungen von *Nardus stricta* auf, bei gleichzeitigem Zurücktreten von anderen Säurezeigern (höhere mR in Abb. 4).

Auf der Krautkaser-Alm wurde mit pH 4,1 und Basensättigung 73,2 % eine geringere Versauerung als in CFr bei einem vergleichbaren C/N-Verhältnis von 11,03 festgestellt.

Diese Almweiden weisen relativ hohe Futterwerte und Alpha-Diversität auf (Abb. 4, Tab. 3). Unter den Biotopzeigern sind die der Tief- etwas stärker vertreten als die der Hochlagen (Abb. 5).

Rostseggen-Halde (*Caricetum ferrugineae*) (Cluster Cf, S1: Aufn. 47–40)

Alle Aufnahmen des Clusters Cf („Rostseggen-Halde mit Wald-Hainsime“, *Caricetum ferrugineae* Lüdi 1921, *Luzula sylvatica*-Ausbildung) wurden auf der Mittereis-Alm angefertigt (Abb. 7e). Hochstete dominante Arten sind *Alchemilla vulgaris* agg., *Luzula sylvatica* und *Potentilla erecta* neben der Waldart *Aposeris foetida* und den Laubmoosen *Brachythecium tauriscorum*, *Thuidium assimile* und *Rhytidiadelphus triquetrus*. Hochstete Arten mit geringer Deckung sind *Veratrum album*, *Trollius europaeus*, *Carex ornithopoda*

und *Polygala alpestris*. Als Kenn- und Trennarten des Verbands *Caricion ferrugineae* differenzieren *Carex ferruginea*, *Trollius europaeus*, *Hypericum maculatum* und *Geranium sylvaticum* gegen den Verband *Seslerion* (*Seslerio-Caricetum*). Die Bestände der Mittereis-Alm gehören auf Grund der steten Weidezeiger *Festuca rubra* agg., *Agrostis capillaris* und *Alchemilla vulgaris* nach Springer (1997) zur Subassoziation *C.-f. trifolietosum*.

In der Kontrollparzelle auf der Mittereis-Alm wurden pH 5,0, Basensättigung 99 % und ein C/N-Verhältnis von 11,3 gemessen.

Die Vegetation der Mittereis-Alm stellt kein typisches Wirtschaftsgrünland dar, sondern ist stark durchsetzt mit Waldarten und Pflanzen natürlicher Lawinenbahnen, die hier einerseits als Zeiger von Unterbeweidung und Brache gedeutet werden können. Ein Teil der Aufnahmen befindet sich auf jüngeren, im Zuge der Weiderechtsbereinigung durchgeführten Rodungsflächen. Solche Weiden könnten typisch für die temporären Maisalmen auf den Kahlschlägen der Salinenzeit gewesen sein. Alpha- und Gamma-Diversität erreichen hier, allerdings auf Kosten des Futterwertes, Spitzenwerte (Abb. 4, Tab. 3).

Mager-Fettweide (*Lolio-Cynosuretum*) (Cluster LCH und LCS, S1: Aufn. 10–53)

Die als *Lolio perennis-Cynosuretum cristati* Tüxen 1937 gefassten Vegetationstypen umfassen die Almweiden tieferer Lagen auf der Höllenbach- und Salet-Alm (s. hoher Wert für mT in Abb. 4). Kennzeichnend sind die Verbandskennarten des *Cynosurion Phleum pratense*, *Scorzoneroide autumnalis*, *Plantago major* und *Bellis perennis* neben *Polygala amara* agg. und *Medicago lupulina* bei gleichzeitigem Fehlen von Säurezeigern und Hochlagen-Arten wie *Poa alpina* und *Rumex arifolius*. Springer (1997) bezeichnet diese Assoziation als *Festuco-Cynosuretum*.

Die in Cluster LCH vereinten Aufnahmen (*Scorzoneroide autumnalis*-Lokalausbildung) wurden allesamt auf der Höllenbach-Alm erhoben (Abb. 7f). Dominante Arten sind die hochsteten Arten *Leontodon hispidus*, *Anthoxanthum odoratum* agg. und *Festuca rubra* agg. sowie *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *T. pratense* und *Crepis aurea*. Hochstete Arten mit geringerer Deckung sind *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris*, *Veronica officinalis* und *Galium mollugo* agg. Der Cluster hebt sich durch eine große Zahl signifikanter Trennarten wie *Bellis perennis*, *Campanula rotundifolia*, *Erigeron annuus*, *Fragaria vesca*, *Hypochaeris radicata*, *Scorzoneroide autumnalis* und das Laubmoos *Pseudoscleropodium purum* deutlich ab. Vorkommen von *Festuca pratensis* und *Poa pratensis* weisen nach Springer (1997) auf den wirtschaftlichen Wert der Weideflächen hin, der jedoch durch das invasive Vorkommen des Neophyten *Erigeron annuus* beeinträchtigt wird. Mit den höchsten Futterwerten (Abb. 4) und einem vor allem auf der Deckung von Biotopzeigern der Tieflagen beruhenden Naturschutzwert (Abb. 5) verkörpert die Höllenbach-Alm den Typus des Niederlegers.

Auf der Kontrollparzelle wurden pH 6,5, Basensättigung 99,3 % und ein C/N-Verhältnis von 13,6 gemessen.

Der Cluster LCS wurde ausschließlich auf der Salet-Alm aufgenommen (*Holcus lanatus*-Lokalausbildung, Abb. 7g) und zeichnet sich durch Dominanz der hochsteten Arten *Anthoxanthum odoratum* und *Pimpinella major* neben *Leontodon hispidus*, *Trifolium pratense* und *Plantago media* sowie die Laubmoose *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Hylocomium splendens* aus. Weitere hochstete Arten sind *Centaurea jacea*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus montanus*, *Dactylis glomerata*, *Prunella vulgaris* und *Carex flacca*. In den Weiderasen der Salet-Alm fällt ein höherer Anteil von Arten der Mähwiesen

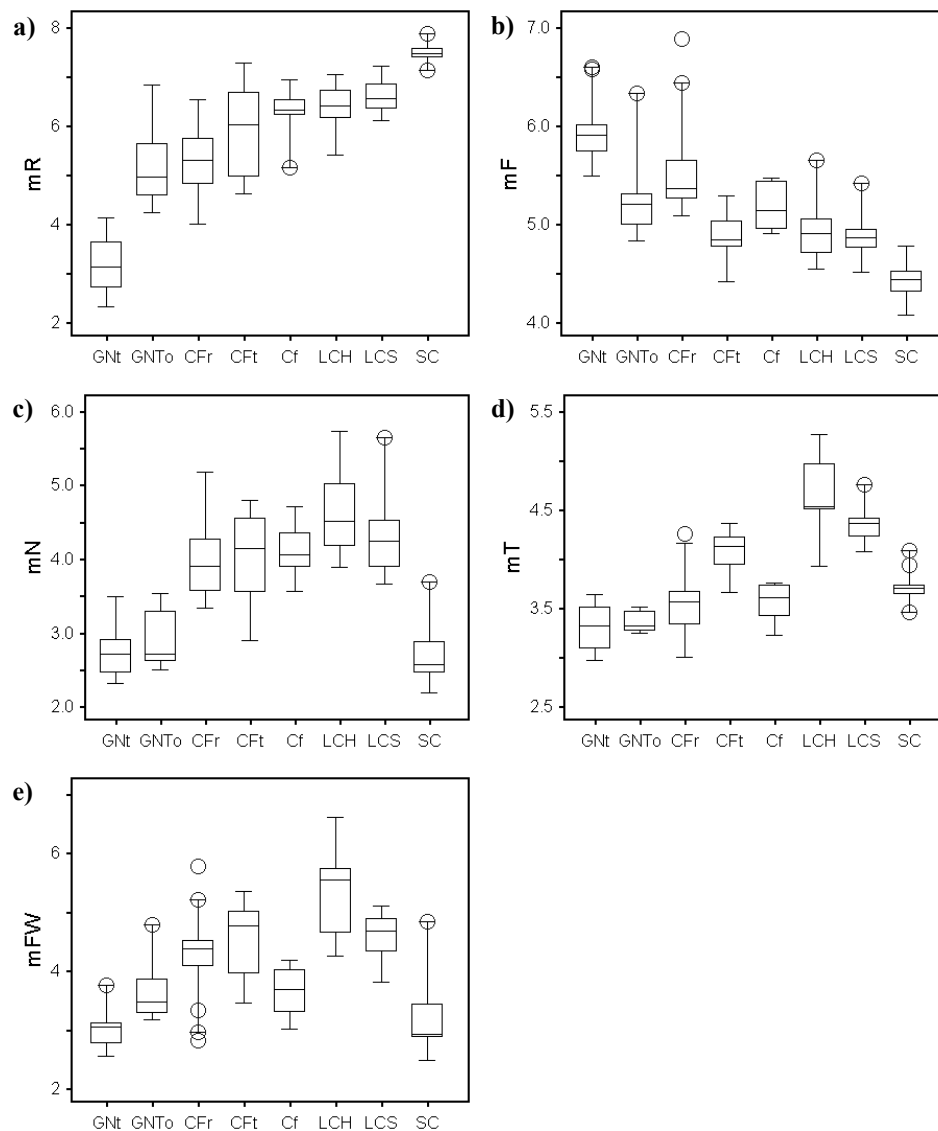


Abb. 4. Verteilung der mittleren Ellenberg-Zeigerwerte für Reaktion, Feuchte, Nährstoffe und Temperatur sowie der mittleren Futterwerte nach Vegetationstypen; Abkürzungen siehe Abbildung 2.

Fig. 4. Boxplots showing the distribution of average Ellenberg indicator values for reaction (mR), moisture (mF), macronutrients (mN) and temperature (mT); for abbreviations see Figure 2.

(*Geranio-Trisetion*) wie *Rhinantus minor*, *Heracleum sphondylium* und *Holcus lanatus* ins Auge. Eine frühere Mahdnutzung dieser tiefst gelegenen Grünlandflächen des Nationalparks erscheint plausibel. Die Futterwerte der Höllenbach-Alm werden nicht erreicht,

Auf der Kontrollparzelle wurden pH 5,8, Basensättigung 99,4 % und ein C/N-Verhältnis von 10,6 gemessen.

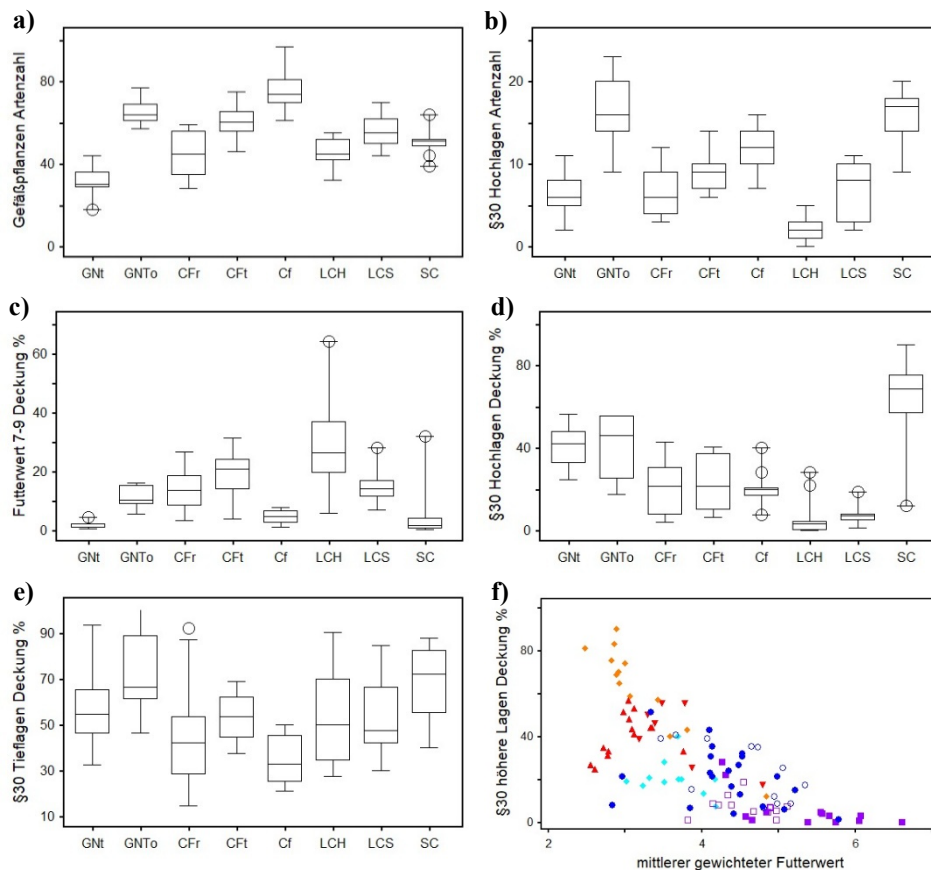


Abb. 5. Verteilung der Artenzahlen pro 9 m²-Plot (alpha-Diversität): alle Gefäßpflanzen, Zeigerarten §30-Grünland höherer Lagen; Deckungssummen: Gefäßpflanzen mit hohem Futterwert, Zeigerarten §30-Grünland höherer Lagen und tiefer bis mittlerer Lagen; Beziehung zwischen mittlerem Futterwert und §30-Zeigerarten; Abkürzungen und Symbole siehe Abbildung 2.

Fig. 5. Distribution of richness per 9 m² plot (alpha-diversity): all vascular plants, conservation indicators of high and low elevation grassland; cover: species of high feed value (7–9), indicators of high and low elevation grassland biotopes across vegetation types; relationship between mean weighted feed value and cover of conservation indicators; for abbreviations and symbols see Figure 2.

Blaugras-Horstseggen-Rasen (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*) (Cluster CS)

Die Aufnahmen des Cluster CS (*Seslerio-Caricetum sempervirentis* Beger 1922 *silenetosum vulgaris* Rösler 1997) wurden allesamt auf der Hals-Alm erhoben (Abb. 7h). Mit niedrigen Nährstoff- und Feuchte- bei gleichzeitig hohen Reaktionszahlen (Abb. 4) präsentieren sich diese Almweiden als alpine Kalkmagerrasen. Dominant sind *Erica carnea* (Trennart), die hochsteten Graminoiden *Carex sempervirens* (TA), *Molinia caerulea* und *Sesleria caerulea* sowie *Laserpitium siler*, *Bupthalmum salicifolium* (TA) und *Thuidium assimile*. Weitere hochstete Arten sind *Potentilla erecta*, *Polygala chamaebuxus*, *Helianthemum nummularium* agg., *Ranunculus polyanthemus* subsp. *nemorosus*, *Thymus praecox* und *Lotus corniculatus*. Trennarten geringerer Stetigkeit sind *Anthyllis vulneraria*, *Gymnadenia conopsea*, *Crepis alpestris*, *Laserpitium latifolium* und *Globularia cordifolia*.

Der Vegetationstyp ist mit *Dryas octopetala* und *Androsace chamaejasme* schwach mit Verbandskennarten ausgestattet.

Auf der Kontrollparzelle wurden pH 7,0, Basensättigung 99,8 % und ein C/N-Verhältnis von 13,2 gemessen.

Bei mittlerer Alpha-Diversität (Abb. 5), ähnlich geringem Futterwert wie in Borstgrasrasen und hohen Deckungsanteilen alpiner Biotopzeiger entspricht der Vegetationstyp dem Typ des alpinen Kalkmagerrasens der Biotopkartierung und dem LRT 6170 der FFH-Richtlinie.

4.3 Vergleich der untersuchten Almen

Die untersuchten Almweiden unterscheiden sich deutlich in ihrer Artenzusammensetzung und den durch die Ellenberg-Zeigerwerte und Bodenanalysen indizierten Umweltbedingungen. So bilden die auf anstehendem Grundgestein (vgl. Tab. 1) stockende Gotzen- (Ruhpolding-Formation, sauer, feucht) und Hals-Alm (Hauptdolomit, kalkreich, trocken) gegensätzliche Pole, zwischen denen die auf gemischten Lockergesteinen ausgebildeten Almen Lattenberg und Regen als mäßig saure sowie alle übrigen Almen als mäßig kalkreiche Almstandorte erscheinen. Als saurer und kalkreicher Pol teilen Gotzen- und Hals-Alm ihren Charakter als Magerweiden mit geringer Nährstoffzahl und geringem Futterwert. Nährstoffversorgung und Futterwerte sind auf den beiden tief gelegenen Almen Höllenbach und Salet am höchsten.

Mit durchschnittlich 60 Gefäßpflanzenarten weisen Mittereis- und Salet-Alm die höchste Artendichte pro 9 m²-Plot (alpha-Diversität) auf (Tab. 3). Ähnliche Spitzenwerte fand Rösler (1997) in kalkreichen Seslerietea-Rasen der Bayerischen Alpen. Diese Werte liegen nach Biurrun et al. (2021) deutlich über dem Interquartilsbereich paläarktischer Grasländer. Die Gefäßpflanzenvielfalt ist auf den Berchtesgadener Almweiden deutlich höher als in vergleichbaren Vegetationstypen des südlich angrenzenden Österreich und Südtirol. Lediglich die typischen Borstgrasrasen zeigen sich artenärmer als bei Lüth et al. (2011b), was auf einen kleineren Artenpool der azidophytischen Graslandpflanzen in den Kalkalpen zurückzuführen sein könnte.

Auch bei allen anderen Almweiden ist die Artendichte mit 40 bis 53 bemerkenswert hoch, mit Ausnahme der Gotzen-Alm, die sich mit 24 Arten pro Aufnahme am unteren Rand des alpinen und gemäßigten Vergleichskollektivs einreicht. Die Artenzahlen sind im Schnitt etwas höher als die an der nach Jahrzehnte langer Brache wieder beweideten Brunnenkopfalpe im Ammergebirge (Fütterer & Ewald 2019).

Hinsichtlich Heterogenität (beta-Diversität) zwischen den Aufnahmen und Gesamtartenzahl (gamma-Diversität, Tab. 3, Abb. 6) erweist sich die Lattenberg-Alm, auf der auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen (Tab. 1) drei unterschiedliche Rasengesellschaften erfasst wurden, als Spitzenreiter. Dagegen sind die geologisch einheitlichen, naturschutzfachlich ebenfalls sehr wertvollen Almweiden der Gotzen-Alm und Hals-Alm deutlich homogener und besitzen kleinere Artenpools. Bemerkenswert ist die hohe beta- und gamma-Diversität der Mittereis-Alm.

In den Vegetationsaufnahmen der Almweiden wurden insgesamt nur fünf Rote-Liste-Arten der Gefährdungsstufe 3 für den Bezugsraum Alpen nachgewiesen, wobei *Crocus albiflorus* verbreitet, *Pseudorchis albida* fast nur in Borstgrasrasen und *Carex ericetorum*, *Cuscuta epithymum* und *Dianthus superbus* jeweils nur in einer Aufnahme angetroffen wurden. 15 Pflanzenarten werden auf der Vorwarnliste geführt, die häufigsten davon sind *Dactylorhiza maculata* agg., *Arnica montana*, *Crepis alpestris*, *Ajuga pyramidalis* und

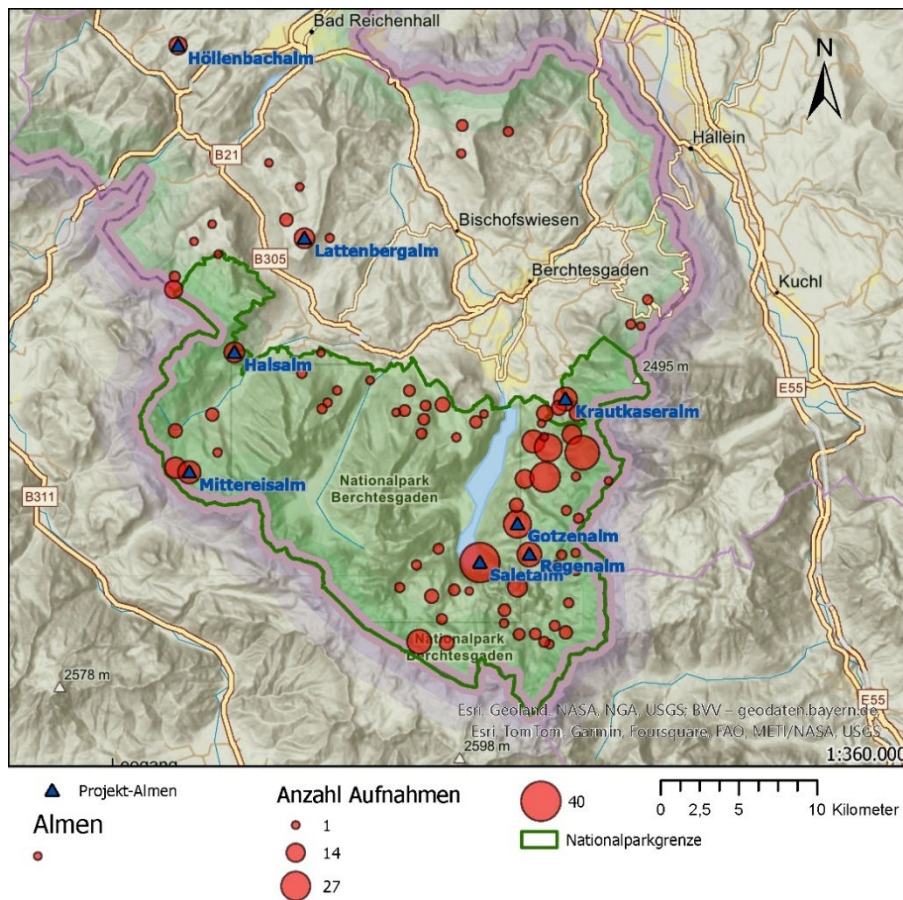


Abb. 6. Verbreitung der Vegetationstypen (Assoziationen) auf den untersuchten Almen; die Größe der Kreise gibt die Gesamtartenzahl an Gefäßpflanzen (gamma-Diversität) der Almen wieder.

Fig. 6. Distribution of vegetation types (associations) on the investigated mountain pastures; circle size represents the total richness (gamma-diversity) of vascular plant species per mountain pasture.

Antennaria dioica. Die große Mehrheit der Pflanzenarten, einschließlich der Biotopzeiger (s. u.) gilt dagegen in den Bayerischen Alpen als ungefährdet. Dagegen gelten auffallend viele Pflanzen der Berchtesgadener Almen außerhalb der Alpen als ausgestorben (6), vom Aussterben bedroht (8), stark gefährdet (26), gefährdet (40) oder sind auf der Vorwarnliste (45 Arten) verzeichnet. Rote Liste-Arten erscheinen deswegen für eine naturschutzfachliche Bewertung der Almweiden weniger geeignet.

Doppelten Schutz durch FFH-Richtlinie und Bundesnaturschutzgesetz (§30 in Verbindung mit Art. 23 Bayerisches Naturschutzgesetz) genießen *Seslerio-Caricetum* (LRT 6170) der Hals-Alm und das *Geo montani-Nardetum* (LRT 6230) der Gotzen- und Lattenberg-Alm. Auch die als *Caricetum ferrugineae* klassifizierten Bestände der Mittereis-Alm gehören zum LRT 6170, obwohl sie 2006, wohl wegen des untypisch hohen Anteils an Waldarten, als nicht näher klassifizierbares „Artenreiches Extensivgrünland“ kartiert wurden. In diesen Vegetationstypen ist der Anteil naturschutzfachlicher Zeigerarten an der Artenzahl am höchsten.

Tabelle 3. Vegetationstypen (Anzahl der Aufnahmen) und Artenreichtum der acht untersuchten Almweiden. α : mittlere Artenzahl pro Aufnahme; y_{plot} : kumulative Artenzahl der 13 Aufnahmen; β : Arten turnover zwischen den Aufnahmen, berechnet als Steigung der durch Logarithmierung von Fläche und Artenzahl linearisierten Artenzahl-Flächenkurve; y_{BBG} : Artenzahl aus der floristischen Transektkartierung durch die Bayerische Botanische Gesellschaft; Abkürzungen der Vegetationstypen siehe Abbildung 2.

Table 3. Vegetation types and species richness of the eight study mountain pastures; α : average species richness per plot; y_{plot} : cumulative species richness of 13 plots, β : species turnover between plots, calculated as the slope of the linear relationship between log area and log species richness; y_{BBG} : species richness based on floristic transect mapping by the Bavarian Botanical Society; for abbreviations see Figure 2.

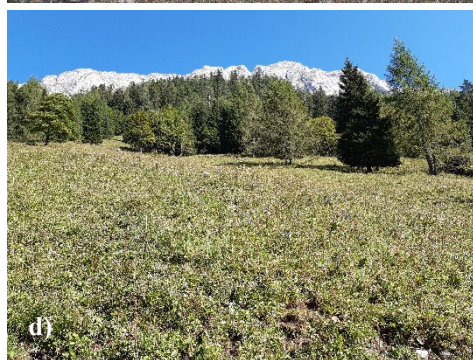
Cluster	GNt	GNT0	CFa	CFt	Cf	LCH	LCS	SC	α	y_{plot}	β	y_{BBG}
Gotzen-Alm	12		1						24	63	0,51	90
Lattenberg-Alm	2	7	4						48	136	0,63	239
Regen-Alm			13						40	91	0,57	175
Krautkaser-Alm			1	12					53	121	0,47	176
Mittereis-Alm			2		11				60	159	0,50	213
Höllenbach-Alm						13			43	117	0,48	146
Salet-Alm							13		61	151	0,46	198
Hals-Alm								13	49	117	0,43	148

In den dem Wirtschaftsgrünland zugerechneten Vegetationstypen *Crepido-Festucetum* und *Lolio-Cynosuretum* erreichen naturschutzfachliche Zeigerpflanzen zwar deutlich geringere Anteile. Mit der Novelle des Bayerischen Naturschutzgesetzes von 2011 wurden jedoch auch magere Weiderasen der Verbände *Cynosurion* und *Poion alpinae*, sofern es sich nicht um Einsaaten handelt, zu nach Artikel 23 gesetzlich geschützten Biotopen erklärt, was die Wertschätzung des Naturschutzes für die Almweiden unterstreicht. Somit fallen heute auch sämtliche 2006–2007 als „Artenreiches Extensivgrünland“ und „Alpenmagerweide“ kartierten Bestände unter den gesetzlichen Biotopschutz (LfU Bayern 2020), sind an Hand von Kennarten als artenreiches Grünland identifizierbar und im Rahmen der ergebnisorientierten Grünlandnutzung förderfähig (LfL 2023).

Nächste Seite (next page):

Abb. 7. Fotos der Almweiden; **a)** Gotzen-Alm, **b)** Lattenberg-Alm (spät bestoßene Parzelle), **c)** Regen-Alm, **d)** Krautkaser-Alm, **e)** Mittereis-Alm, **f)** Höllenbach-Alm, **g)** Salet-Alm, **h)** Hals-Alm (Fotos: Verena Styrnik, 2002/21).

Fig. 7. Photos of the mountain pastures; **a)** Gotzen-Alm, **b)** Lattenberg-Alm (late turnout parcel), **c)** Regen-Alm, **d)** Krautkaser-Alm, **e)** Mittereis-Alm, **f)** Höllenbach-Alm, **g)** Salet-Alm, **h)** Hals-Alm (Fotos: Verena Styrnik, 2002/21).



Die Untersuchung bestätigt jedoch nicht nur den, gemessen am Grünland tiefer und mittlerer Lagen, durchweg hohen Naturschutzwert der Almweiden und ihren Status als nach §30 geschützte Biotope. Die inverse Beziehung zwischen Futterwert und Naturschutzwert (Abb. 5f) verdeutlicht auch den von Ringler (2009) angesprochenen Zielkonflikt zwischen weidewirtschaftlicher Produktion und der Erhaltung der als FFH-Lebensraumtypen (LRT) besonders geschützten gebirgstypischen Borstgras- und alpinen Kalkmagerrasen. Von der Klimawandelanpassung durch frühere Weidezeiten erwarten Befürworter aus den Reihen der Landwirtschaft höhere Futterwerte, während Kritiker aus dem Naturschutz einen Rückgang wertbestimmender Arten befürchten. Weitere Untersuchungen werden zeigen, wie sich angepasste Weidezeiten auf Pflanzen- und Tiergemeinschaften auswirken.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Vegetation der untersuchten Almweiden erweist sich als ausgesprochen vielgestaltig. Das spiegelt einerseits die hohe Artenvielfalt der Flora und die hohe Geodiversität (Höhenstufen Reliefformen, Ausgangsgesteine, Böden) des Gebietes wider. Sieht man von Extremstandorten (Gotzen-, Lattenberg-, Hals-Alm), die sich durch nach FFH-Richtlinie und nach §30 gesetzlich geschützte Biotope auszeichnen, ab, so weisen alle Almweiden einen vergleichbaren, mittleren Nährstoff- und Wasserhaushalt auf. Dass sie sich trotzdem floristisch deutlich unterscheiden („jede Almweide ein Unikat“), muss auf die unterschiedliche naturräumliche Ausstattung und Lage sowie auf die Bewirtschaftung in Vergangenheit und Gegenwart zurückgeführt werden. Ihre bemerkenswerte Vielfalt an Pflanzenarten, darunter stets auch naturschutzfachliche Zeiger- und Kennarten, belegt den Wert der Almweiden für die Biodiversität der Biosphärenregion.

Die experimentelle Forschung ist durch die standörtliche, nutzungsgeschichtliche und floristische Heterogenität vor große Herausforderungen gestellt. Diese Bestandsaufnahme bildet eine wichtige Grundlage für die Auswertung und Interpretation von Ergebnissen künftiger Forschung.

Danksagung

Unser Dank gebührt der Nationalparkverwaltung, Dr. Roland Baier, Hans Maltan, den Almbäuerinnen und -bauern, Sennern und Sennerinnen, den Kartiererinnen und Kartierern der Bayerischen Botanischen Gesellschaft.

Beiträge der Autorin/Autoren zum Artikel

J. E., M. H. und S. S. konzipierten die Studie, J. E. leitete Datenanalyse und Textabfassung, V. S. legte die Aufnahmeflächen an, T. K. führte die Vegetationsaufnahmen durch, C. H. bereitete die Daten auf, vereinheitlichte die Nomenklatur und fertigte Karten, B. P., M. H. und S. S. überarbeiteten den Text.

ORCID IDs

Jörg Ewald  <https://orcid.org/0000-0002-2758-9324>

Bernd Panassiti  <https://orcid.org/0000-0002-5899-4584>

Sebastian Seibold  <https://orcid.org/0000-0002-7968-4489>

Verena Styrnik  <https://orcid.org/0000-0001-9107-0351>

Beilagen und Anhänge

Beilage S1. Differenzierte Vegetationstabelle.

Supplement S1. Table showing vegetation types and diagnostic species.

Literatur

- Aigner, S., Ressi, W. & Egger, G. (2010): Almpflegemaßnahmen und ihre Wirkung. – Landesumweltanwaltschaft Tirol, 1–52 – URL: https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0184_0001-0052.pdf [Zugriff am 19.02.2024].
- Anthelme, F., Villaret, J. & Brun, J. (2007): Shrub encroachment in the Alps gives rise to the convergence of sub-alpine communities on a regional scale. – *Journal of Vegetation Science* 18: 355–362. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02547.x>
- Auer, I., Bohm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R. ... Nieplová, E. (2007): HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. – *International Journal of Climatology* 27: 17–46. <https://doi.org/10.1002/joc.1377>
- Bätzing, W. (2021): Alm- und Alpwirtschaft im Alpenraum: eine interdisziplinäre und internationale Bibliographie (= thematische Alpenbibliographie Nr. 1). 1. Aufl. – Augsburg, context verlag: 348 pp.
- Biurrun, I., Pielech, R., Dembicz, I., Gillet, F., Kozub, Ł., Marcenò, C. ... Dengler, J. (2021): Benchmarking plant diversity of Palaearctic grasslands and other open habitats. – *Journal of Vegetation Science* 32: e13050. <https://doi.org/10.1111/jvs.13050>
- Briemle, G., Nitsche, S. & Nitsche, L. (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38: 203–225.
- Bülow, G. (1962): Die Sudwälder von Reichenhall. – *Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns* 33: 316.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y. & Müller, F. (2014): Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. – *Landscape Online* 34: 1–32. <https://doi.org/10.3097/LO.201434>
- de Cáceres, M., Legendre, P. & Moretti, M. (2010): Improving indicator species analysis by combining groups of sites. – *Oikos* 119: 1674–1684. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18334.x>
- Doben, K. (1981): 7.4.7 Nördliche Kalkalpen. – In: Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 500 000. 3. Aufl. – München: 275–277.
- Dullinger, S., Dirnböck, T. & Grabherr, G. (2003): Patterns of shrub invasion into high mountain grasslands of the Northern Calcareous Alps, Austria. – *Arctic, Antarctic, Alpine Research* 35: 434–441. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(2003\)035\[0434:POSIH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(2003)035[0434:POSIH]2.0.CO;2)
- Ewald, J. (1997): Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen - Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. – *Dissertationes Botanicae* 290: 1–234.
- Ewald, J. (2001): Regionale natürliche Waldzusammensetzung im Wuchsgebiet 15 Bayerische Alpen. – In: Walentowski, H., Gulder, H.-J., Kölling, C., Ewald, J. & Türk, W.: Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. – *LWF-Bericht* 32: 51–81.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V. & Werner, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., durchges. Aufl. – *Scripta geobotanica* 18: 1–262.
- Fütterer, S. & Ewald, J. (2019): Die Biotopausstattung der Brunnenkopfbalm im Ammergebirge zu Beginn der Wiederbeweidung. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 89: 83–104.
- Gilck, F. & Poschold, P. (2019): The origin of alpine farming: A review of archaeological, linguistic and archaeobotanical studies in the Alps. – *Holocene* 29: 1503–1511. <https://doi.org/10.1177/0959683619854511>
- Grabherr, G. & Mucina, L. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs – Teil II, Natürliche waldfreie Vegetation. – Gustav Fischer, Stuttgart: 523 pp.
- Gueydon, A. (2012): Die Bedeutung der Gemeinschaftsalmen für die Landnutzung im Alpengebiet Bayerns – eine ökonomische und institutionelle Analyse. – Dissertation. TU München: 206 pp. – URL: <https://mediatum.ub.tum.de/?id=1083960> [Zugriff am 19.02.2024].
- Gundermann, E. & Plochmann, R. (1985): Die Waldweide als forstpolitisches Problem im Bergwald. – *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 104: 146–154.

- Hennekens, S.M. & Schaminée, J.H.J. (2001): TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. – *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591.
<https://doi.org/10.2307/3237010>
- Jäger, H., Peratoner, G., Tappeiner, U. & Tasser, E. (2020): Grassland biomass balance in the European Alps: current and future ecosystem service perspectives. – *Ecosystem Services* 45: 101163.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101163>
- Jansen, F. & Dengler, J. (2008): GermanSL - Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland. – *Tuexenia* 28: 239–253.
- Jonas, T., Rixen, C., Sturm, M. & Stoeckli, V. (2008): How alpine plant growth is linked to snow cover and climate variability. – *Journal of Geophysical Research Biogeosciences* 113(G3): 2007JG000680.
<https://doi.org/10.1029/2007JG000680>
- Klotz, S., Kühn, I. & Durka, W. (2002): BIoLFLoR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38: 1–334.
- Klotz, J., Wagner, A., Fleischmann, A., Ruff, M., Niederbichler, C., Scheuerer, M., Wagner, I., Woschée, R., Gilck, F. & Zehm, A. (2024): Rote Liste Bayern – Farn- und Blütenpflanzen (Gefäßpflanzen – *Tracheophyta*). – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg: 195 pp.
- Kolb, E. (2012): Interaktive Karte der Gesteinseigenschaften: Eine neue Substratgliederung bringt schnelle Übersicht und viele Informationen über die Böden der Bayerischen Alpen. – *LWF aktuell* 87/2012: 15–17.
- LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2023): Artenreiches Grünland. Ergebnisorientierte Grünlandnutzung. – LfL-Information, Freising: 36 pp.
- LfU Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (o. J.): BayernAtlas – Digitale Geologische Karte von Bayern 1:25.000 (dGK25) (Layer Umwelt im Bayernatlas). – URL: <https://www.bayernatlas.de> [Zugriff am 04.03.2024].
- LfU Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (2020): Bestimmungsschlüssel für Flächen nach § 30 BNatSchG / Art. 23 BayNatSchG (§ 30-Schlüssel). – URL: https://www.lfu.bayern.de/natur/doc/kartieranleitungen/bestimmungsschlüssel_30.pdf [Zugriff am 19.02.2024].
- Lippert, W. (1966): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 39: 67–122.
- Lippert, W., Springer, S. & Wunder, H. (1997): Die Farn- und Blütenpflanzen des Nationalparks: kommentierte Artenliste. – *Nationalpark Berchtesgaden – Forschungsberichte*, 37: 1–128.
- Londo, G. (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats. – *Vegetatio* 33: 61–64.
<https://doi.org/10.1007/BF00055300>
- Lüth, C., Tasser, E., Niedrist, G., Dalla Via, J. & Tappeiner, U. (2011a): Classification of the Sieversio montanae-Nardetum strictae in a cross-section of the Eastern Alps. – *Plant Ecology* 212: 105–126.
<https://doi.org/10.1007/s11258-010-9807-9>
- Lüth, C., Tasser, E., Niedrist, G., Dalla Via, J. & Tappeiner, U. (2011b): Plant communities of mountain grasslands in a broad cross-section of the Eastern Alps. – *Flora* 206: 433–443.
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.11.007>
- LWF & HSWT (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft & Hochschule Weihenstephan-Triesdorf) (2024): LWF - Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP). – URL: <https://www.fovgis.bayern.de/winalp/> [Zugriff am 01.03.2024].
- Magnus, K. (1915): Die Vegetationsverhältnisse des Pflanzenschonbezirkes bei Berchtesgaden. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*: 299–585.
- McCune, B. & Mefford, M.J. (2018): PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. – Wild Blueberry Media, LLC.
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1953): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Band 1. – Verlag der Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen: 608 pp.
- Mucina, L. & Grabherr, G. & Ellmauer, T. (Hrsg.) (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs - Teil I, Anthropogene Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 578 pp.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., ... Tichý, L. (2016): Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. – *Applied Vegetation Science* 19: 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Oberdorfer, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgrasgesellschaften, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstaudenfluren. 2. Aufl. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 355 pp.

- Oberdorfer, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III. Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 2. Auflage – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 455 pp.
- Päbler, U. (2020): »Im freyen Spiel dynamischer Kräfte«: Pflanzengeographische Schriften, Manuskripte und Korrespondenzen Alexander von Humboldts. – In Päbler, U. & Ette, O. (Hrsg.): Alexander von Humboldt: Geographie der Pflanzen. – J.B. Metzler, Stuttgart: 3–25. https://doi.org/10.1007/978-3-476-04965-0_1
- Rammig, A., Jonas, T., Zimmermann, N.E. & Rixen, C. (2010): Changes in alpine plant growth under future climate conditions. – *Biogeosciences* 7: 2013–2024. <https://doi.org/10.5194/bg-7-2013-2010>
- Rennwald, E. (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 35: 1–800.
- Ringler, A. (2007): Almozukunft und Almförderung. Ökologische Perspektiven im Klima- und Politikwandel. – ANLiegen Natur 31(1): 34–51.
- Ringler, A. (2009): Almen und Alpen. – Verein zum Schutz der Bergwelt, München: 1446 pp.
- Ringler, A. (2010): Alm- und Alpwirtschaft in Bayern. – München: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, 2021 Landwirtschaft und Forsten – URL: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms01/allgemein/publikationen/l2_almbuch.pdf [Zugriff am 19.02.2024].
- Risch, H. (1993): Geologische Karte von Bayern 1:25000 – Erläuterungen zum Blatt Nr. 8343 Berchtesgaden West. – Bayerisches Geologisches Landesamt, München: 132 pp.
- Rösler, S. (1997): Die Rasengesellschaften der Klasse Seslerietea in den Bayerischen Alpen und ihre Verzahnung mit dem *Carlino-Caricetum sempervirentis* (Klasse *Festuco-Brometea*). – Hoppea – Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 58: 5–216.
- Sendtner, O. (1854): Die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns. – München: Literarisch-Artistische Anstalt. – URL: http://digital.bib-bvb.de/view/bvb_mets/viewer.0.6.5.jsp?folder_id=0&dvs=1681467265499~785&pid=7872845&locale=de&usePid1=true&usePid2=true [Zugriff am 19.02.2024].
- Springer, S. (1997): Pflanzengesellschaften der Almen des Berchtesgadener Landes. – Dissertation. Gesamthochschule Kassel.
- Storch, M. (1983): Zur floristischen Struktur der Pflanzengesellschaften in der Waldstufe des Nationalparks Berchtesgaden und ihre Abhängigkeit vom Standort und der Einwirkung des Menschen. – Dissertation LMU München: 407 pp.
- Styrnik, V., Hofmann, M., Ewald, J. & Seibold, S. (2022): Nachhaltige Almwirtschaft im Klimawandel – Auswirkungen des Auftriebszeitpunktes auf Pflanzen- und Insektengesellschaften, sowie die Produktivität von Almen im Berchtesgadener Land. – In: Plitzner, C.: Internationale Weidetagung Grenzen und Möglichkeiten der Weidehaltung im Berggebiet vom 7. bis 8. Juni 2022 in Bozen, Italien. – Bozen: Beratungsring Berglandwirtschaft (BRING): 67pp.
- Suck, R. & Bushart, M. (2012): Potentielle Natürliche Vegetation Bayerns: Erläuterungen zur Übersichtskarte 1:500 000. – Augsburg.
- Urban, R. & Mayer, A. (1996): Die Alpenbiotopkartierung: Ein Beitrag zur floristischen Erforschung der Bayerischen Alpen. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 132: 135–147.
- Von Paula von Schrank, F. (1785): Flora Berchtesgadensis. – In: Naturhistorische Briefe über Österreich, Salzburg, Passau und Berchtesgaden 2: 155–323.
- Walentowski, H., Gulder, H.-J., Kölling, C., Ewald, J. & Türk, W. (2001): Die regionale natürliche Walddzusammensetzung Bayerns. – LWF-Bericht 32: 1–98.
- Winkler, P. (2006): Hohenpeißenberg 1781–2006, das älteste Bergobservatorium der Welt. – Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes (Geschichte der Meteorologie in Deutschland): 174 pp.

Beilage S1. Differenzierte Vegetationstabelle; Sp. 2-4: §30-Zeiger; Sp. 5: Futterwert nach Briemle et al. Der Deckungswert 0,5 ist aus Platzgründen als * dargestellt.

Supplement S1. Table showing vegetation types and diagnostic species. Column 2-4: §30-indicators; column 5: feed value cf. Briemle et al. The cover value 0.5 is shown as * for reasons of space.

[illegible]

Alm

Taf. 33
Taf. 34
Taf. 35
Futurwert

§30

81
Gozen
GNi

82
Gozen
GNi

83
Gozen
GNi

84
Gozen
GNi

85
Gozen
GNi

86
Gozen
GNi

87
Gozen
GNi

88
Gozen
GNi

89
Gozen
GNi

90
Gozen
GNi

91
Gozen
GNi

92
Gozen
GNi

93
Gozen
GNi

94
Gozen
GNi

95
Gozen
GNi

96
Gozen
GNi

97
Gozen
GNi

98
Gozen
GNi

99
Gozen
GNi

100
Gozen
GNi

101
Gozen
GNi

102
Gozen
GNi

103
Gozen
GNi

104
Gozen
GNi

105
Gozen
GNi

106
Gozen
GNi

107
Gozen
GNi

108
Gozen
GNi

109
Gozen
GNi

110
Gozen
GNi

111
Gozen
GNi

112
Gozen
GNi

113
Gozen
GNi

114
Gozen
GNi

115
Gozen
GNi

116
Gozen
GNi

117
Gozen
GNi

118
Gozen
GNi

119
Gozen
GNi

120
Gozen
GNi

121
Gozen
GNi

122
Gozen
GNi

123
Gozen
GNi

124
Gozen
GNi

125
Gozen
GNi

126
Gozen
GNi

127
Gozen
GNi

128
Gozen
GNi

129
Gozen
GNi

130
Gozen
GNi

131
Gozen
GNi

132
Gozen
GNi

133
Gozen
GNi

134
Gozen
GNi

135
Gozen
GNi

136
Gozen
GNi

137
Gozen
GNi

138
Gozen
GNi

139
Gozen
GNi

140
Gozen
GNi

141
Gozen
GNi

142
Gozen
GNi

143
Gozen
GNi

144
Gozen
GNi

145
Gozen
GNi

146
Gozen
GNi

147
Gozen
GNi

148
Gozen
GNi

149
Gozen
GNi

150
Gozen
GNi

151
Gozen
GNi

152
Gozen
GNi

153
Gozen
GNi

154
Gozen
GNi

155
Gozen
GNi

156
Gozen
GNi

157
Gozen
GNi

158
Gozen
GNi

159
Gozen
GNi

160
Gozen
GNi

161
Gozen
GNi

162
Gozen
GNi

163
Gozen
GNi

164
Gozen
GNi

165
Gozen
GNi

166
Gozen
GNi

167
Gozen
GNi

168
Gozen
GNi

169
Gozen
GNi

170
Gozen
GNi

171
Gozen
GNi

172
Gozen
GNi

173
Gozen
GNi

174
Gozen
GNi

175
Gozen
GNi

176
Gozen
GNi

177
Gozen
GNi

178
Gozen
GNi

179
Gozen
GNi

180
Gozen
GNi

181
Gozen
GNi

182
Gozen
GNi

183
Gozen
GNi

184
Gozen
GNi

185
Gozen
GNi

186
Gozen
GNi

187
Gozen
GNi

188
Gozen
GNi

189
Gozen
GNi

190
Gozen
GNi

191
Gozen
GNi

192
Gozen
GNi

193
Gozen
GNi

194
Gozen
GNi

195
Gozen
GNi

196
Gozen
GNi

197
Gozen
GNi

198
Gozen
GNi

199
Gozen
GNi

200
Gozen
GNi

201
Gozen
GNi

202
Gozen
GNi

203
Gozen
GNi

204
Gozen
GNi

205
Gozen
GNi

206
Gozen
GNi

207
Gozen
GNi

208
Gozen
GNi

209
Gozen
GNi

210
Gozen
GNi

211
Gozen
GNi

212
Gozen
GNi

213
Gozen
GNi

214
Gozen
GNi

215
Gozen
GNi

216
Gozen
GNi

217
Gozen
GNi

218
Gozen
GNi

219
Gozen
GNi

220
Gozen
GNi

221
Gozen
GNi

222
Gozen
GNi

223
Gozen
GNi

224
Gozen
GNi

225
Gozen
GNi

226
Gozen
GNi

227
Gozen
GNi

228
Gozen
GNi

229
Gozen
GNi

230
Gozen
GNi

231
Gozen
GNi

232
Gozen
GNi

233
Gozen
GNi

234
Gozen
GNi

235
Gozen
GNi

236
Gozen
GNi

237
Gozen
GNi

238
Gozen
GNi

239
Gozen
GNi

240
Gozen
GNi

241
Gozen
GNi

242
Gozen
GNi

243
Gozen
GNi

244
Gozen
GNi

245
Gozen
GNi

246
Gozen
GNi

247
Gozen
GNi

248
Gozen
GNi

249
Gozen
GNi

250
Gozen
GNi

251
Gozen
GNi

252
Gozen
GNi

253
Gozen
GNi

254
Gozen
GNi

255
Gozen
GNi

256
Gozen
GNi

257
Gozen
GNi

258
Gozen
GNi

259
Gozen
GNi

260
Gozen
GNi

261
Gozen
GNi

262
Gozen
GNi

263
Gozen
GNi

264
Gozen
GNi

265
Gozen
GNi

266
Gozen
GNi

267
Gozen
GNi

268
Gozen
GNi

269
Gozen
GNi

270
Gozen
GNi

271
Gozen
GNi

272
Gozen
GNi

273
Gozen
GNi

274
Gozen
GNi

275
Gozen
GNi

276
Gozen
GNi

277
Gozen
GNi

278
Gozen
GNi

279
Gozen
GNi

280
Gozen
GNi

281
Gozen
GNi

282
Gozen
GNi

283
Gozen
GNi

284
Gozen
GNi

285
Gozen
GNi

286
Gozen
GNi

287
Gozen
GNi

288
Gozen
GNi

289
Gozen
GNi

290
Gozen
GNi

291
Gozen
GNi

292
Gozen
GNi

293
Gozen
GNi

294
Gozen
GNi

295
Gozen
GNi

296
Gozen
GNi

297
Gozen
GNi

298
Gozen
GNi

299
Gozen
GNi

300
Gozen
GNi

301
Gozen
GNi

302
Gozen
GNi

303
Gozen
GNi

304
Gozen
GNi

305
Gozen
GNi

306
Gozen
GNi

307
Gozen
GNi

308
Gozen
GNi

309
Gozen
GNi

310
Gozen
GNi

311
Gozen
GNi

312
Gozen
GNi

313
Gozen
GNi

314
Gozen
GNi

315
Gozen
GNi

316
Gozen
GNi

317
Gozen
GNi

318
Gozen
GNi

319
Gozen
GNi

320
Gozen
GNi

321
Gozen
GNi

322
Gozen
GNi

323
Gozen
GNi

324
Gozen
GNi

325
Gozen
GNi

326
Gozen
GNi

327
Gozen
GNi

328
Gozen
GNi

329
Gozen
GNi

330
Gozen
GNi

331
Gozen
GNi

332
Gozen
GNi

333
Gozen
GNi

334
Gozen
GNi

335
Gozen
GNi

336
Gozen
GNi

337
Gozen
GNi

338
Gozen
GNi

339
Gozen
GNi

340
Gozen
GNi

341
Gozen
GNi

342
Gozen
GNi

343
Gozen
GNi

344
Gozen
GNi

345
Gozen
GNi

346
Gozen
GNi

347
Gozen
GNi

348
Gozen
GNi

349
Gozen
GNi

350
Gozen
GNi

351
Gozen
GNi

352
Gozen
GNi

353
Gozen
GNi

354
Gozen
GNi

355
Gozen
GNi

356
Gozen
GNi

357
Gozen
GNi

358
Gozen
GNi

359
Gozen
GNi

360
Gozen
GNi

361
Gozen
GNi

362
Gozen
GNi

363
Gozen
GNi

364
Gozen
GNi

365
Gozen
GNi

366
Gozen
GNi

367
Gozen
GNi

368
Gozen
GNi

369
Gozen
GNi

370
Gozen
GNi

371
Gozen
GNi

372
Gozen
GNi

373
Gozen
GNi

374
Gozen
GNi

375
Gozen
GNi

376
Gozen
GNi

377
Gozen
GNi

378
Gozen
GNi

379
Gozen
GNi

380
Gozen
GNi

381
Gozen
GNi

382
Gozen
GNi

383
Gozen
GNi

384
Gozen
GNi

385
Gozen
GNi

386
Gozen
GNi

387
Gozen
GNi

388
Gozen
GNi

389
Gozen
GNi

390
Gozen
GNi

391
Gozen
GNi

392
Gozen
GNi

393
Gozen
GNi

394
Gozen
GNi

395
Gozen
GNi

396
Gozen
GNi

397
Gozen
GNi

398
Gozen
GNi

399
Gozen
GNi

400
Gozen
GNi

401
Gozen
GNi

402
Gozen
GNi

403
Gozen
GNi

404
Gozen
GNi

405
Gozen
GNi

406
Gozen
GNi

407
Gozen
GNi

408
Gozen
GNi

409
Gozen
GNi

410
Gozen
GNi

411
Gozen
GNi

412
Gozen
GNi

413
Gozen
GNi

414
Gozen
GNi

415
Gozen
GNi

416
Gozen
GNi

417
Gozen
GNi

418
Gozen
GNi

419
Gozen
GNi

420
Gozen
GNi

421
Gozen
GNi

422
Gozen
GNi

423
Gozen
GNi

424
Gozen
GNi

425
Gozen
GNi

426
Gozen
GNi

427
Gozen
GNi

428
Gozen
GNi

429
Gozen
GNi

430
Gozen
GNi

431
Gozen
GNi

432
Gozen
GNi

433
Gozen
GNi

434
Gozen
GNi

435
Gozen
GNi

436
Gozen
GNi

437
Gozen
GNi

438
Gozen
GNi

439
Gozen
GNi

440
Gozen
GNi

441
Gozen
GNi

442
Gozen
GNi

443
Gozen
GNi

444
Gozen
GNi

445
Gozen
GNi

446
Gozen
GNi

447
Gozen
GNi

448
Gozen
GNi

449
Gozen
GNi

450
Gozen
GNi

451
Gozen
GNi

452
Gozen
GNi

453
Gozen
GNi

454
Gozen
GNi

455
Gozen
GNi

456
Gozen
GNi

457
Gozen
GNi

458
Gozen
GNi

459
Gozen
GNi

460
Gozen
GNi

461
Gozen
GNi

462
Gozen
GNi

463
Gozen
GNi

464
Gozen
GNi

465
Gozen
GNi

466
Gozen
GNi

467
Gozen
GNi

468
Gozen
GNi

469
Gozen
GNi

470
Gozen
GNi

471
Gozen
GNi

472
Gozen
GNi

473
Gozen
GNi

474
Gozen
GNi

475
Gozen
GNi

476
Gozen
GNi

477
Gozen
GNi

478
Gozen
GNi

479
Gozen
GNi

480
Gozen
GNi

481
Gozen
GNi

482
Gozen
GNi

483
Gozen
GNi

484
Gozen
GNi

485
Gozen
GNi

486
Gozen
GNi

487
Gozen
GNi

488
Gozen
GNi

489
Gozen
GNi

490
Gozen
GNi

491
Gozen
GNi

492
Gozen
GNi

493
Gozen
GNi

494
Gozen
GNi

495
Gozen
GNi

496
Gozen
GNi

497
Gozen
GNi

498
Gozen
GNi

499
Gozen
GNi

500
Gozen
GNi

501
Gozen
GNi

502
Gozen
GNi

503
Gozen
GNi

504
Gozen
GNi

505
Gozen
GNi

506
Gozen
GNi

507
Gozen
GNi

508
Gozen
GNi

509
Gozen
GNi

510
Gozen
GNi

511
Gozen
GNi

512
Gozen
GNi

513
Gozen
GNi

514
Gozen
GNi

515
Gozen
GNi

516
Gozen
GNi

517
Gozen
GNi

518
Gozen
GNi

519
Gozen
GNi

520
Gozen
GNi

521
Gozen
GNi

522
Gozen
GNi

523
Gozen
GNi

524
Gozen
GNi

525
Gozen
GNi

526
Gozen
GNi

527
Gozen
GNi

528
Gozen
GNi

529
Gozen
GNi

530
Gozen
GNi

531
Gozen
GNi

532
Gozen
GNi

533
Gozen
GNi

534
Gozen
GNi

535
Gozen
GNi

536
Gozen
GNi

537
Gozen
GNi

538
Gozen
GNi

539
Gozen
GNi

540
Gozen
GNi

541
Gozen
GNi

542
Gozen
GNi

543
Gozen
GNi

544
Gozen
GNi

545
Gozen
GNi

546
Gozen
GNi

547
Gozen
GNi

548
Gozen
GNi

549
Gozen
GNi

550
Gozen
GNi

551
Gozen
GNi

552
Gozen
GNi

553
Gozen
GNi

554
Gozen
GNi

555
Gozen
GNi

556
Gozen
GNi

557
Gozen
GNi

558
Gozen
GNi

559
Gozen
GNi

560
Gozen
GNi

561
Gozen
GNi

562
Gozen
GNi

563
Gozen
GNi

564
Gozen
GNi

565
Gozen
GNi

566
Gozen
GNi

567
Gozen
GNi

568
Gozen
GNi

569
Gozen
GNi

570
Gozen
GNi

571
Gozen
GNi

572
Gozen
GNi

573
Gozen
GNi

574
Gozen
GNi

575
Gozen
GNi

576
Gozen
GNi

577
Gozen
GNi

578
Gozen
GNi

579
Gozen
GNi

580
Gozen
GNi

581
Gozen
GNi

582
Gozen
GNi

583
Gozen
GNi

584
Gozen
GNi

585
Gozen
GNi

586
Gozen
GNi

587
Gozen
GNi

588
Gozen
GNi

589
Gozen
GNi

590
Gozen
GNi

591
Gozen
GNi

592
Gozen
GNi

593
Gozen
GNi

594
Gozen
GNi

595
Gozen
GNi

596
Gozen
GNi

597
Gozen
GNi

598
Gozen
GNi

599
Gozen
GNi

600
Gozen
GNi

601
Gozen
GNi

602
Gozen
GNi

603
Gozen
GNi

604
Gozen
GNi

605
Gozen
GNi

606
Gozen
GNi

607
Gozen
GNi

608
Gozen
GNi

609
Gozen
GNi

610
Gozen
GNi

611
Gozen
GNi

612
Gozen
GNi

613
Gozen
GNi

614
Gozen
GNi

615
Gozen
GNi

616
Gozen
GNi

617
Gozen
GNi

618
Gozen
GNi

619
Gozen
GNi

620
Gozen
GNi

621
Gozen
GNi

622
Gozen
GNi

623
Gozen
GNi

624
Gozen
GNi

625
Gozen
GNi

626
Gozen
GNi

627
Gozen
GNi

628
Gozen
GNi

629
Gozen
GNi

630
Gozen
GNi

631
Gozen
GNi

632
Gozen
GNi

633
Gozen
GNi

634
Gozen
GNi

635
Gozen
GNi

636
Gozen
GNi

637
Gozen
GNi

638
Gozen
GNi

639
Gozen
GNi

640
Gozen
GNi

641
Gozen
GNi

642
Gozen
GNi

643
Gozen
GNi

644
Gozen
GNi

645
Gozen
GNi

646
Gozen
GNi

647
Gozen
GNi

648
Gozen
GNi

649
Gozen
GNi

650
Gozen
GNi

651
Gozen
GNi

652
Gozen
GNi

653
Gozen
GNi

654
Gozen
GNi

655
Gozen
GNi

656
Gozen
GNi

657
Gozen
GNi

658
Gozen
GNi

659
Gozen
GNi

660
Gozen
GNi

661
Gozen
GNi

662
Gozen
GNi

663
Gozen
GNi

664
Gozen
GNi

665
Gozen
GNi

666
Gozen
GNi

667
Gozen
GNi

668
Gozen
GNi

669
Gozen
GNi

670
Gozen
GNi

671
Gozen
GNi

672
Gozen
GNi

673
Gozen
GNi

674
Gozen
GNi

675
Gozen
GNi

676
Gozen
GNi

677
Gozen
GNi

678
Gozen
GNi

679
Gozen
GNi

680
Gozen
GNi

681
Gozen
GNi

682
Gozen
GNi

683
Gozen
GNi

684
Gozen
GNi

685
Gozen
GNi

686
Gozen
GNi

687
Gozen
GNi

688
Gozen
GNi

689
Gozen
GNi

690
Gozen
GNi

691
Gozen
GNi

692
Gozen
GNi

693
Gozen
GNi

694
Gozen
GNi

695
Gozen
GNi

696
Gozen
GNi

697
Gozen
GNi

698
Gozen
GNi

699
Gozen
GNi

700
Gozen
GNi

701
Gozen
GNi

702
Gozen
GNi

703
Gozen
GNi

704
Gozen
GNi

705
Gozen
GNi

706
Gozen
GNi

707
Gozen
GNi

708
Gozen
GNi

709
Gozen
GNi

710
Gozen
GNi

711
Gozen
GNi

712
Gozen
GNi

713
Gozen
GNi

714
Gozen
GNi

715
Gozen
GNi

716
Gozen
GNi

717
Gozen
GNi

718
Gozen
GNi

719
Gozen
GNi

720
Gozen
GNi

721
Gozen
GNi

722
Gozen
GNi

723
Gozen
GNi

724
Gozen
GNi

725
Gozen
GNi

726
Gozen
GNi

727
Gozen
GNi

728
Gozen
GNi

729
Gozen
GNi

730
Gozen
GNi

731
Gozen
GNi

732
Gozen
GNi

733
Gozen
GNi

734
Gozen
GNi

735
Gozen
GNi

736
Gozen
GNi

737
Gozen
GNi

738
Gozen
GNi

739
Gozen
GNi

740
Gozen
GNi

741
Gozen
GNi

742
Gozen
GNi

743
Gozen
GNi

744
Gozen
GNi

745
Gozen
GNi

746
Gozen
GNi

747
Gozen
GNi

748
Gozen
GNi

749
Gozen
GNi

750
Gozen
GNi

751
Gozen
GNi

752
Gozen
GNi

753
Gozen
GNi

754
Gozen
GNi

755
Gozen
GNi

756
Gozen
GNi

757
Gozen
GNi

758
Gozen
GNi

759
Gozen
GNi

760
Gozen
GNi

761
Gozen
GNi

762
Gozen
GNi

763
Gozen
GNi

764
Gozen
GNi

765
Gozen
GNi

766
Gozen
GNi

767
Gozen
GNi

768
Gozen
GNi

769
Gozen
GNi

770
Gozen
GNi

771
Gozen
GNi

772
Gozen
GNi

773
Gozen
GNi

774
Gozen
GNi

775
Gozen
GNi

776
Gozen
GNi

777
Gozen
GNi

778
Gozen
GNi

779
Gozen
GNi

780
Gozen
GNi

781
Gozen
GNi

782
Gozen
GNi

783
Gozen
GNi

784
Gozen
GNi

785
Gozen
GNi

786
Gozen
GNi

787
Gozen
GNi

788
Gozen
GNi

789
Gozen
GNi

790
Gozen
GNi

791
Gozen
GNi

792
Gozen
GNi

793
Gozen
GNi

794
Gozen
GNi

795
Gozen
GNi

796
Gozen
GNi

797
Gozen
GNi

798
Gozen
GNi

799
Gozen
GNi

800
Gozen
GNi

801
Gozen
GNi

802
Gozen
GNi

803
Gozen
GNi

804
Gozen
GNi

805
Gozen
GNi

806
Gozen
GNi

807
Gozen
GNi

808
Gozen
GNi

809
Gozen
GNi

810
Gozen
GNi

811
Gozen
GNi

812
Gozen
GNi

813
Gozen
GNi

814
Gozen
GNi

815
Gozen
GNi

816
Gozen
GNi

817
Gozen
GNi

818
Gozen
GNi

819
Gozen
GNi

820
Gozen
GNi

821
Gozen
GNi

822
Gozen
GNi

823
Gozen
GNi

824
Gozen
GNi

825
Gozen
GNi

826
Gozen
GNi

827
Gozen
GNi

828
Gozen
GNi

829
Gozen
GNi

830
Gozen
GNi

831
Gozen
GNi

832
Gozen
GNi

833
Gozen
GNi

834
Gozen
GNi

835
Gozen
GNi

836
Gozen
GNi

837
Gozen
GNi

838
Gozen
GNi

839
Gozen
GNi

840
Gozen
GNi

841
Gozen
GNi

842
Gozen
GNi

843
Gozen
GNi

844
Gozen
GNi

845
Gozen
GNi

846
Gozen
GNi

847
Gozen
GNi

848
Gozen
GNi

849
Gozen
GNi

850
Gozen
GNi

851
Gozen
GNi

852
Gozen
GNi

<