

Vegetationstypen und Pflanzenartenvielfalt auf österreichischen Almen

Andreas Bohner^{1*}

Zusammenfassung

Almen haben in Österreich zumindest flächenmäßig eine relativ große Bedeutung. Sie sind daher für die Erhaltung der Biodiversität enorm wichtig. Die primären Ziele dieser Arbeit waren einen Überblick über die Pflanzenartenvielfalt auf österreichischen Almen zu geben und die wesentlichen Determinanten für die Phytodiversität in der Almregion darzustellen. Außerdem wird die Frage beantwortet, ob die Almwirtschaft mit den Zielen des Naturschutzes vereinbar ist.

Diese Biodiversitätsstudie kommt zu der Schlussfolgerung, dass eine standortgerechte und in ihrer Intensität abgestufte Almbewirtschaftung ein Höchstmaß an Phytodiversität und Biotopvielfalt gewährleistet.

Schlagwörter: Phytodiversität, ökochemischer Stress, Almbewirtschaftung, Nutzungsaufgabe, Naturschutzwert

Summary

Alpine pastures are widely distributed throughout the Austrian Alps. Therefore, they play a central role in the conservation of biodiversity. Primary aims of this study were (1) to give an overview of the plant species richness that can be expected on alpine pasture land in the Austrian Alps and (2) to demonstrate the most important environmental factors influencing it. Furthermore, an answer is given to the question whether grassland management in alpine regions is compatible with the aims of nature conservation.

This study of biodiversity concludes that a site-adapted grassland management with a graduate intensity of utilization guarantees a maximum of plant species richness and habitat diversity on alpine pasture land.

Keywords: phytodiversity, environmental stress, grassland management in alpine regions, abandonment, nature-conservation value

Einleitung

Almen und Bergmähder nehmen in Österreich eine Fläche von rund 469.012 ha ein (GRÜNER BERICHT 2009). Dies entspricht 6 % der Gesamtfläche Österreichs oder 17 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Almen haben somit in Österreich zumindest flächenmäßig eine relativ große Bedeutung.

In der Almregion ist in der Regel die Temperatur der limitierende Standortfaktor (SOLAR und LICHTENEGGER 1981). Bei einem weiteren Temperaturanstieg auf Grund des globalen Klimawandels (KROMP-KOLB und FORMAYER 2005) dürfte sich daher die Artenzusammensetzung der Almvegetation allmählich verändern. Dies könnte zu einem höheren landwirtschaftlich nutzbaren Ertrag, zu einem verstärkten Almauftrieb der einzelnen Tiergattungen und zu einer längeren Alpengperiode führen. Die Nutzfunktion der Almen wird daher bei geeigneten sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen vermutlich an Bedeutung gewinnen. Dies dürfte auch Auswirkungen auf die Biodiversität haben.

Die biologische Vielfalt ist weltweit stark gefährdet. Die Vereinten Nationen haben daher das Jahr 2010 zum Internationalen Jahr der Biodiversität erklärt. Unter dem Begriff biologische Vielfalt oder Biodiversität versteht man ganz allgemein die Vielfalt des Lebens auf der Erde (HOB OHM 2000). Biodiversität existiert auf drei Ebenen: Vielfalt

innerhalb der Arten (genetische Ebene), Vielfalt an Arten (organismische Ebene), Vielfalt an Lebensgemeinschaften (ökosystemare Ebene). Die Biodiversität ist ein wichtiges Bewertungskriterium im Naturschutz. Eine hohe Biodiversität wird in der Regel als Indiz für eine höhere naturschutzfachliche Wertigkeit genommen (HOB OHM 2000). Die Biodiversität ist aber nicht allein wertbestimmend für eine Phytozönose; auch artenarme Pflanzengesellschaften wie beispielsweise Moore können einen sehr hohen Naturschutzwert besitzen. Die Biodiversität ist auch ein Maß für die ökologische Nachhaltigkeit der Grünlandbewirtschaftung (NIEMEYER et al. 2001). Sie hängt vor allem vom regionalen Artenpool, von den Standortseigenschaften sowie von der Art der Bewirtschaftung und Intensität der Nutzung ab. Die Pflanzenartenvielfalt (Phytodiversität) ist ein wichtiger Teilaspekt der Biodiversität.

Die Wissenschaft, die Naturschutzpolitik und ein Großteil der Gesellschaft fordern die Wiederherstellung, Erhaltung oder Steigerung der Biodiversität in der Natur- und Kulturlandschaft. Um diese Ziele zu erreichen, ist es zunächst erforderlich, Daten über den Stand der Biodiversität in einzelnen Naturräumen und Höhenstufen unter verschiedenen Standortseigenschaften und Bewirtschaftungsfaktoren zu erheben, die Einflüsse von Umweltparametern auf die Biodiversität zu erforschen und die wesentlichen Ursachen für den Verlust an Biodiversität darzustellen.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Umweltökologie, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Dr. Andreas Bohner, email: andreas.bohner@raumberg-gumpenstein.at

Almen sind in Österreich auf Grund ihrer Flächengröße ein wesentlicher Bestandteil der Kulturlandschaft. Die Almflächen werden vorwiegend extensiv mit Rindern, Schafen, Pferden und Ziegen beweidet und meist nur im unmittelbaren Bereich der Almhütten oder Almställe (Almanger) regelmäßig gedüngt. Lediglich die hüttennahen Flächen, die unmittelbare Umgebung von Viehtränken oder Salzleckstellen sowie der bevorzugte Lagerbereich des Almviehs sind häufig überweidet. Die gedüngten Almwiesen werden meist nur einmal pro Jahr gemäht, die Bergmäher werden nicht gedüngt und in der Regel nur jedes zweite Jahr gemäht. Die Almvegetation weist auf Grund dieses relativ geringen anthropo-zoogenen Einflusses zum Großteil einen deutlich höheren Natürlichkeitsgrad auf als die intensiv genutzten Graslandflächen in den klimatisch begünstigten Tal- und Beckenlagen.

Es gibt relativ wenig publizierte Untersuchungen über die Biodiversität auf den österreichischen Almen (z.B. BOHNER 1998, 2001; MACHATSCHEK und KURZ 2006, HOLZNER 2007). Für eine naturschutzfachliche Gesamtbewertung fehlen fundierte Grundlagendaten. Somit besteht zur dargestellten Thematik ein hoher Forschungsbedarf mit großer landwirtschaftlicher und naturschutzfachlicher Relevanz.

Mit der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, Antwort auf folgende Fragen zu geben:

- Wie wirken sich eine Almbeweidung, Bergmahd, Almdüngung oder Aufgabe der Almbewirtschaftung auf die Pflanzenartenvielfalt aus?
- Welchen Beitrag leistet die Almwirtschaft für die Erhaltung oder Steigerung der Arten- und Biotopvielfalt im Gebirge?
- Welche Faktoren bestimmen die Pflanzenartenvielfalt auf Almen?
- Ist Almwirtschaft mit Naturschutz vereinbar?

Datengrundlage für die Beantwortung der gestellten Fragen ist eine Vielzahl von Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen, die auf Almen in Kärnten, in der Steiermark und in Tirol durchgeführt wurden. Die Untersuchungsflächen liegen in Höhenlagen von 1060 bis 2220 m ü. NN und repräsentieren typische Nieder-, Mittel- und Hochalmen in den Nördlichen und Südlichen Kalkalpen sowie Zentralalpen. Beinahe das gesamte Spektrum der Bewirtschaftungsart und Nutzungsintensität wurde erfasst.

Boden- und Vegetationstypen auf österreichischen Almen

Ein engräumiger Wechsel der Bodentypen ist charakteristisch für viele Almregionen. Ursache hierfür sind meist kleinräumige Relief- oder geologische Substratunterschiede. Die vorherrschenden Bodentypen in der Almregion sind Rendzinen, Kalklehm-Rendzinen, Pararendzinen, Ranker, Braunerden, Kalkbraunlehme und Haftnässe-Pseudogleye (BOHNER 2010). Kleinflächig verbreitet sind auch hydro-morphe Böden wie beispielsweise Gleye, Moore und Anmoore. Die Vielfalt an Fest- und Lockergesteinen, die große Mannigfaltigkeit an Bodentypen, die unterschiedlichen Geländeformen und die große Höhenamplitude (montane

bis alpine Höhenstufe) sind hauptverantwortlich für die hohe Standortsvielfalt in der Almregion. Deswegen und auf Grund der unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen und Nutzungsintensitäten gibt es zahlreiche Pflanzengesellschaften (Vegetationstypen) auf den österreichischen Almen; die Biotopvielfalt ist sehr groß.

Die wichtigsten Mähwiesengesellschaften in der montanen Stufe sind Goldhaferwiesen (*Trisetetum flavescens*) und Rotschwengel-Straußgraswiesen (*Festuca rubra-Agrostis capillaris*-Gesellschaft). Sie werden in der subalpinen und unteralpinen Stufe von Alpen-Rispengras-Alpen-Lieschgraswiesen (*Poa alpina-Phleum rhaeticum*-Gesellschaft) abgelöst. Diese Mähwiesengesellschaften werden regelmäßig vorwiegend mit Stallmist gedüngt und zum Großteil einmal jährlich gemäht. Sie befinden sich meist in der unmittelbaren Umgebung der Almhütten oder Almställe auf ebenen Flächen oder schwach geneigten Hanglagen. Die kräuterreichen Mähwiesengesellschaften kommen bevorzugt auf mittel- bis tiefgründigen, frischen bis krumenwechselfeuchten, nährstoff- und basenreichen Almböden vor.

Im Bereich der Almhütten oder Almställe sowie im bevorzugten Lagerbereich des Almviehs sind von der obermontanen bis unteralpinen Stufe auf besonders nährstoffreichen Almböden artenarme Alpenampfer-Fluren (*Rumicetum alpini*) anzutreffen. Diese vom Alpen-Ampfer (*Rumex alpinus*) dominierte Pflanzengesellschaft hat einen geringen landwirtschaftlichen Wert, weil hochwertige Futtergräser weitgehend fehlen.

Die wichtigste Weidegesellschaft in der untermontanen Stufe ist die Frauenmantel-Kammgrasweide (*Alchemillo-Cynosuretum*). Sie wird in der obermontanen Stufe von der Goldpippau-Kammgrasweide (*Crepido-Cynosuretum*), in der subalpinen und unteralpinen Stufe von der Milchkrautweide (*Crepido-Festucetum commutatae*) abgelöst. Diese Pflanzengesellschaften werden meist gedüngt und intensiv beweidet. Sie kommen aber auch ohne Düngung auf natürlichen Nährstoff-Anreicherungsstandorten (z.B. Hangfuß, Unterhang, Hangmulde) vor. Sie befinden sich häufig in der unmittelbaren Umgebung der Almhütten oder Almställe vorwiegend auf ebenen Flächen oder schwach geneigten Hanglagen. Die relativ klee- und kräuterreichen Weidegesellschaften kommen bevorzugt auf mittel- bis tiefgründigen, krumenwechselfeuchten, nährstoff- und basenreichen Almböden vor. Es handelt sich dabei aus almwirtschaftlicher Sicht betrachtet um sehr wertvolle Pflanzengesellschaften.

Auf nährstoff- und basenarmen, stärker versauerten Almböden herrscht in der montanen, subalpinen und unteralpinen Stufe der Bürstlingsrasen (*Homogyno alpinae-Nardetum, Sieversio-Nardetum strictae*) vor. Bürstlingsrasen zählen zu den großflächigsten Pflanzengesellschaften in den Zentralalpen. Sie werden nicht gedüngt, vorwiegend extensiv beweidet und nur sehr selten gemäht. Die ertrags- und klearnen Silikat-Magerrasen kommen überwiegend auf frischen bis krumenwechselfeuchten Almstandorten vor.

Auf seichtgründigen, frischen, nährstoffarmen, basenreichen, carbonathaltigen Almböden (insbesondere Rendzinen und Kalklehm-Rendzinen) in der subalpinen

und unteralpinen Stufe kommt auf südexponierten, wärmebegünstigten, früh schneeaperen, steilen Hanglagen die Blaugras-Horstseggenhalde (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*) vor. Dieser ertragsarme und von Natur aus relativ kleereiche Kalk-Magerrasen wird nicht gedüngt und vorwiegend extensiv beweidet. Die artenreiche, bunte Pflanzengesellschaft liefert weniger, dafür aber qualitativ besseres Futter als der Bürtlingsrasen. Auf tiefgründigeren Almböden mit höherer Wasserspeicherkapazität kommen Rostseggenhalden (*Caricetum ferrugineae*) vor.

In der Schieferhülle der Hohen Tauern sind auf südexponierten, wärmebegünstigten, steilen Hanglagen und nährstoffarmen, mittel- bis tiefgründigen, frischen Almböden überaus artenreiche Violettsschwingelwiesen (*Campanuloscheuchzeri-Festucetum noricae*) und Goldschwingelwiesen (*Hypochoerido uniflorae-Festucetum paniculatae*) weit verbreitet. Sie werden nicht gedüngt, in der Regel nur jedes zweite Jahr gemäht oder sehr extensiv beweidet.

In der oberalpinen Stufe werden mittel- bis tiefgründige, nährstoff- und basenarme, saure Almböden (häufig Haftenasse-Pseudogleye) von Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) und seichtgründige, nährstoffarme, basenreiche, carbonathaltige Almböden (meist Pech-Rendzinen und Polster-Rendzinen) von Polsterseggenrasen (*Caricetum firmae*) eingenommen. Die Krummseggenrasen kommen vorwiegend in konvexer Lage auf nivigen-krumenwechsel-feuchten Standorten vor. Die Polsterseggenrasen sind meist auf windexponierten, früh schneeaperen Gipfeln, Kuppen, Rücken oder Grate auf frischen Standorten anzutreffen. Diese relativ artenarmen und ertragsarmen „Urwiesen“ (Klimaxgesellschaften) werden nicht gedüngt und in der Regel nur sehr extensiv beweidet.

Durch diese hohe Vielfalt an Pflanzengesellschaften (Biotopvielfalt) sind Almen aus naturschutzfachlicher Sicht betrachtet ein äußerst wertvoller Bestandteil der Kulturlandschaft und haben somit für die Biodiversität eine große Bedeutung.

Almwirtschaft und Pflanzenartenvielfalt

Um die Auswirkungen unterschiedlicher Almbewirtschaftungsmaßnahmen auf die Pflanzenartenvielfalt feststellen zu können, wurden bewirtschaftete (gedüngte, beweidete, gemähte) Almfächen mit nicht bewirtschafteten oder andersartig bewirtschafteten Referenzflächen verglichen (BOHNER 1998, 2001). Die Vergleichsflächen (Aufnahmepaar) dürfen sich nur in der Art der Bewirtschaftung und Intensität der Nutzung unterscheiden; die Reliefposition sowie der lithologische und pedologische Ausgangszustand müssen identisch sein. Diese Voraussetzung wird am ehesten erreicht, wenn die Vergleichsflächen vertikal oder horizontal unmittelbar aneinandergrenzen. Mit Hilfe dieses Nachbarschafts-Vergleichs können binnen kurzer Zeit unter praxiskonformen Bedingungen aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden. In der vorliegenden Arbeit werden nur Gesamtartenzahlen (Alpha-Diversität: Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahmeffäche) verglichen. Das vollständige Aufnahmefmaterial (Artenlisten) mit den dazugehörigen Basisinformationen (Bewirtschaftungsdaten, topographische Parameter, bodenkundliche Analysedaten,

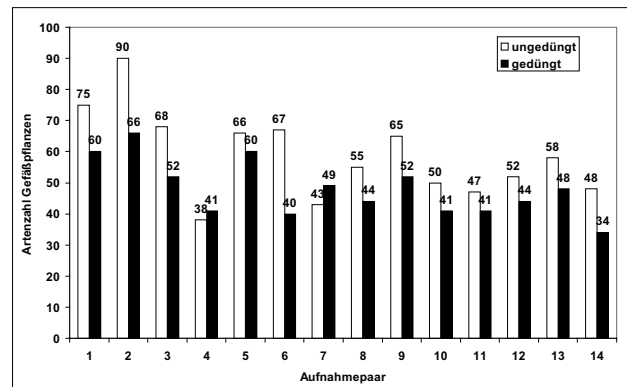


Abbildung 1: Einfluss der Almdüngung auf die Phytodiversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahmeffäche); BOHNER 2001 (verändert)

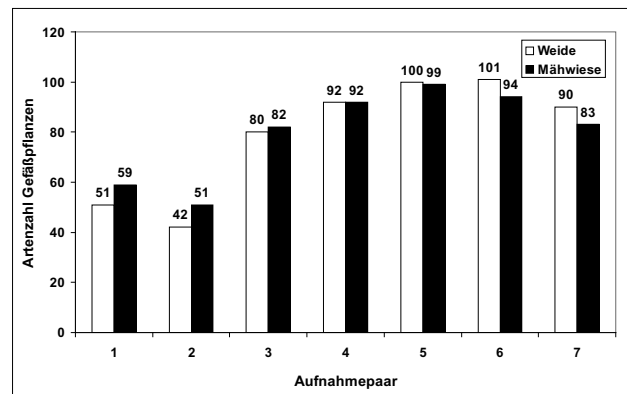


Abbildung 2: Einfluss der Almbeweidung und Bergmahd auf die Phytodiversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahmeffäche); BOHNER 2001

pflanzensoziologische Benennung der Phytozönosen) wurde großteils bereits veröffentlicht (BOHNER 1998).

Der Einfluss einer regelmäßigen Almdüngung auf die Pflanzenartenvielfalt ist in *Abbildung 1* dargestellt. Eine regelmäßige Düngung führt auch im Almbereich zu einer Verringerung der Phytodiversität, weil einige wenige rasch- und massenwüchsige Fettwiesenpflanzen viele langsam- und niedrigwüchsige, lichtbedürftige Magerwiesenpflanzen durch Beschattung verdrängen. Die düngerbedingte Artenreduktion ist allerdings geringer als in den Tal- und Beckenlagen, weil der Massen- und Höhenwuchs mit steigender Seehöhe abnimmt, weshalb sich lichtbedürftige Magerwiesenpflanzen bei Aufdüngung besser halten können. Durch Almdüngung kann die Pflanzenartenvielfalt gelegentlich auch etwas ansteigen (Aufnahmepaar 4 und 7). Vor allem auf stark versauerten, nährstoffarmen Almböden ist bei einer schwachen Düngung mit gut verrottetem Stallmist manchmal sogar eine leichte Erhöhung der Phytodiversität zu beobachten, weil durch die mäßige Nährstoffanreicherung im Almboden Mager- und Fettwiesenpflanzen koexistieren können. Nachdem unter den derzeitigen sozioökonomischen Rahmenbedingungen bestenfalls die hüttennahen Bereiche (Almanger) regelmäßig gedüngt werden, besteht für die Phytodiversität im Gebirge durch Almdüngung keine wirkliche Gefahr. Im Gegenteil, die Lägerfluren, Berg-Fettwiesen und Alpen-

Fettweiden im Hüttenbereich erhöhen die Biotopvielfalt in der Almregion.

Der Einfluss einer Almbeweidung und Bergmahd auf die Pflanzenartenvielfalt ist in *Abbildung 2* dargestellt. Eine intensive Almbeweidung (Aufnahmepaar 1 und 2) führt auch im Almbereich zu einer Verringerung der Phytodiversität, weil weideempfindliche Gefäßpflanzenarten verschwinden, während an ihre Stelle nur einige wenige neue Arten treten. Meistens setzen sich einzelne bereits im Pflanzenbestand vorhandene Arten (insbesondere Untergräser, Rosetten- und Ausläuferpflanzen) wegen des Ausfalls weideempfindlicher Konkurrenten stärker durch. Ungedüngte, regelmäßig – aber nicht zu intensiv – beweidete Almflächen (Aufnahmepaar 6 und 7) können auch eine etwas höhere Phytodiversität aufweisen als ungedüngte, halbschürige Mähwiesen (Bergmäher). Von trittbedingten offenen Bodenstellen profitieren Lückenfüller und Therophyten; an Kot-Geiststellen kommen Nährstoffzeiger auf. Die regelmäßige Almbeweidung hält die oberirdische Biomasse niedrig; lichtbedürftige, niedrigwüchsige Arten werden dadurch begünstigt. Die größere Standortsheterogenität auf den ungedüngten, extensiv beweideten Almflächen bewirkt durch die Koexistenz vieler verschiedener Pflanzenarten nicht selten eine vergleichsweise höhere Phytodiversität. Hochschartarten, höherwüchsige Gräser sowie erektophile Kräuter und Zwergsträucher werden hingegen durch regelmäßige Almbeweidung etwas benachteiligt. Die Almweiden weisen allerdings einen geringeren Blühaspekt auf als die buntblühenden Bergmäher; sie erscheinen daher ohne genaue floristische Untersuchung artenärmer.

Der Einfluss einer Zwergstrauchverheidung auf die Pflanzenartenvielfalt ist in *Abbildung 3* dargestellt. Wenn die regelmäßige Almbewirtschaftung aufhört und sich Zwergsträucher stärker ausbreiten, dann geht die Vielfalt an Gefäßpflanzenarten zurück. Je dichter und höher die Zwergsträucher aufwachsen, desto stärker werden lichtbedürftige, niedrigwüchsige Arten durch Beschattung verdrängt. Zwergstrauchheiden entstehen bei fehlender Almbewirtschaftung bevorzugt auf sauren, nährstoffarmen (insbesondere stickstoffarmen), frischen bis nivigen-krumenwechselfeuchten Almböden. Zwergstrauchheiden entwickeln sich aber auch auf flachgründigen Kalkböden.

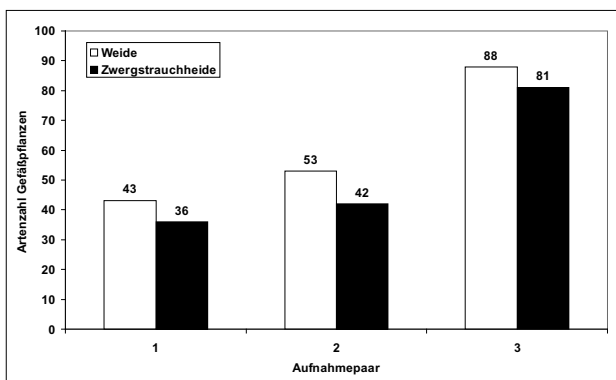


Abbildung 3: Einfluss der Zwergstrauchverheidung auf die Phytodiversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahmefläche); BOHNER 2001

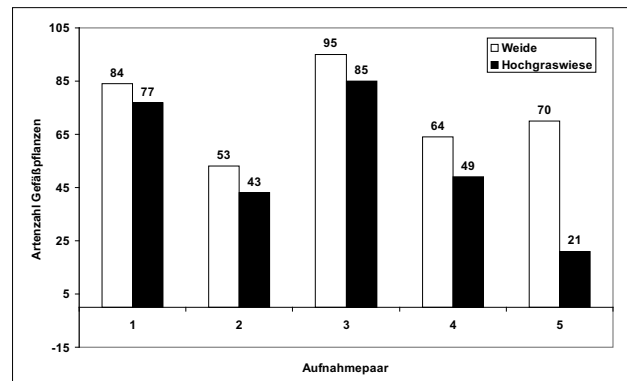


Abbildung 4: Einfluss der Hochgraswiesenbildung auf die Phytodiversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahmefläche); BOHNER 2001

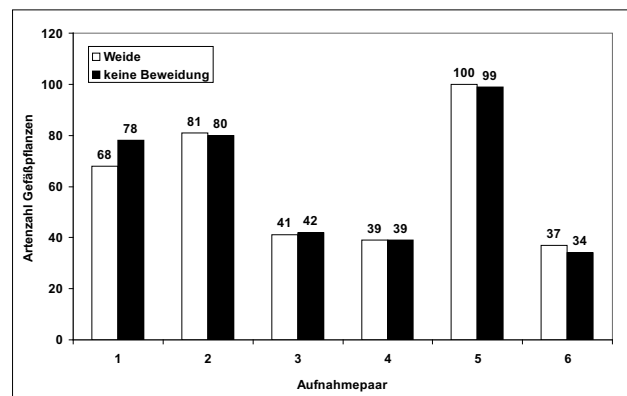


Abbildung 5: Einfluss der Almbeweidung auf die Phytodiversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahmefläche) von Dauer- und Klimaxgesellschaften; BOHNER 2001

Der Einfluss einer Hochgraswiesenbildung auf die Pflanzenartenvielfalt ist in *Abbildung 4* dargestellt. Wenn die regelmäßige Almbewirtschaftung aufhört und es zu einer Hochgraswiesenbildung kommt, dann geht die Phytodiversität ebenfalls zurück. Viele lichtbedürftige, niedrigwüchsige Arten werden in erster Linie von einigen wenigen höherwüchsigen Gräsern, in geringerem Ausmaß auch von einigen wenigen Hochstauden durch Beschattung zurückgedrängt. Hochgraswiesen entstehen bei fehlender Almbewirtschaftung bevorzugt auf tiefgründigen, frischen bis nivigen-krumenwechselfeuchten, stickstoffreichen Almböden in wenig windausgesetzten Lagen.

Der Einfluss einer Almbeweidung auf die Pflanzenartenvielfalt von Dauer- und Klimaxgesellschaften ist in *Abbildung 5* dargestellt. Eine relativ intensive Beweidung führt auch im Hochalmbereich zu einer Verringerung der Phytodiversität (Aufnahmepaar 1). Es kommt zu morphologischen Änderungen bei einigen Gebirgs-Pflanzenarten; sie weisen einen vergleichsweise niedrigeren, gedrungeneren Wuchs auf. Diese Modifikation ist eine Anpassung an die kontinuierliche Störung während der Vegetationsperiode. Oberhalb der klimatischen Waldgrenze, im Bereich der alpinen Rasen, unterscheiden sich standortgemäß beweidete und nicht bewirtschaftete Almflächen floristisch kaum. Die Vegetation wird in dieser Höhenstufe durch eine standortgemäße Almbeweidung bestenfalls modifiziert (vgl. SPATZ

1999). Weidezeiger, wie beispielsweise Alpen-Rispengras (*Poa alpina*), können an Kot-Geilstellen in die alpinen Rasengesellschaften einwandern, wodurch die Pflanzenartenvielfalt geringfügig steigt (Aufnahmepaar 6). Nur an Sonderstandorten (z.B. Lägerstellen) sind deutliche Vegetationsveränderungen festzustellen. In Dauer- und Klimaxgesellschaften führt die Aufgabe der Almbewirtschaftung zu keiner artenverarmenden Sukzession hin zu Zwergstrauchheiden oder Hochgraswiesen.

Phytodiversität auf Almen im Nationalpark Gesäuse (Steiermark)

Die Ermittlung und Bewertung der Phytodiversität ist eine wichtige und schwierige Aufgabe des Naturschutzes. Jede naturschutzfachliche Bewertung setzt einen Vergleich voraus (HEIDT und PLACHTER 1996). Bewertung bedeutet den Vergleich von realen Zuständen in der Natur mit anzustrebenden „Sollzuständen“ (PLACHTER 1989). Für die Bewertung der Phytodiversität auf Almen ist ein Vergleich mit der natürlichen Vegetation notwendig. Diese ist allerdings kaum rekonstruierbar. Als geeignete Bezugsbasis für die Bewertung der Phytodiversität auf Almen bieten sich Lawinenbahnen an. Unverbaute Lawinenbahnen repräsentieren die potenziell natürliche Biodiversität auf wald- und gebüschfreien Flächen (BOHNER et al. 2009, 2010). Die aktuelle und die potenziell natürliche Vegetation sind weitgehend identisch. Die Pflanzenbestände auf aktiven Lawinenbahnen können daher innerhalb eines Naturraumes als Basis für den Vergleich der Artenvielfalt mit jenen auf Almflächen dienen.

Im Nationalpark Gesäuse wird seit dem Jahr 2005 auf waldfreien Flächen ein Netz von Dauerbeobachtungsflächen angelegt (BOHNER et al. 2009). Es ist primär für Biodiversitätsuntersuchungen konzipiert. Alle Flächen haben eine einheitliche Größe von 20 m² und sind nach feldbodenkundlichen Kriterien weitgehend homogen. Diese Flächengröße ist für eine vollständige Erfassung der Gefäßpflanzen in den meisten Offenlandgesellschaften notwendig. Nur durch eine einheitliche Flächengröße ist ein Vergleich der Artenvielfalt verschiedener Vegetationstypen möglich (KIEHL 2000). Bei den waldfreien Dauerbeobachtungsflächen handelt es sich größtenteils um Almflächen. Das Spektrum der untersuchten Standorte und Bewirtschaftungsformen ist ziemlich groß; es reicht von stark sauren bis schwach alkalischen Böden, von frischen bis nassen Standorten, von extensiv beweideten, gemähten oder nicht mehr bewirtschafteten Almflächen bis hin zu stark betretenen oder überdüngten Standorten. Die wichtigsten Vegetationstypen sind Goldhaferwiesen (*Trisetum flavescens*), Alpenampfer-Fluren (*Rumicetum alpini*), Trittrasengesellschaften (*Alchemillo-Poetum supinae*), Goldpippau-Kammgrasweiden (*Crepidocynosuretum*), Bürstlingsrasen (*Homogyno alpinae-Nardetum*), Blaugras-Horstseggenhalden (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*), Rostseggenhalden (*Caricetum ferrugineae*) sowie auf nassen Standorten Davallseggengesellschaft (*Caricetum davalliana*), Braunseggengesellschaft (*Caricetum goedenowii*), Faden-Simsengesellschaft (*Juncetum filiformis*) und Schnabelseggengesellschaft (*Caricetum rostratae*).

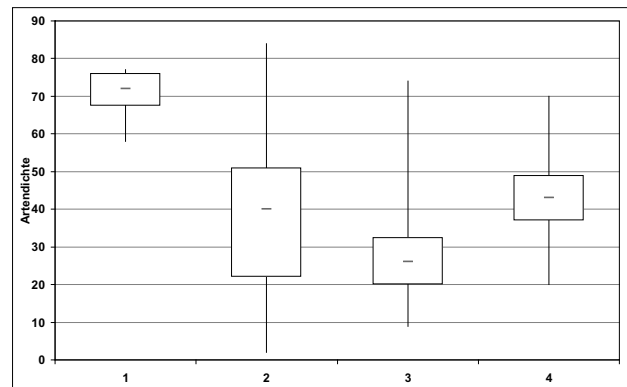


Abbildung 6: Phytodiversität (Minimum, Maximum, Median, oberes und unteres Quartil); 1 = Pflanzenartenvielfalt auf Lawenbahnen (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 20 m² Aufnahme­fläche, 16 Vegetationsaufnahmen), 2 = Pflanzenartenvielfalt auf waldfreien Flächen (Almflächen) im Nationalpark Gesäuse (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 20 m² Aufnahme­fläche, 145 Vegetationsaufnahmen); 3 = Pflanzenartenvielfalt in Laub- und Nadelwäldern knapp außerhalb des Nationalparkgebietes (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 300 bis 500 m² Aufnahme­fläche, 123 Vegetationsaufnahmen); 4 = Pflanzenartenvielfalt ausgewählter Pflanzengesellschaften des Extensiv- und Wirtschaftsgrünlandes in der Obersteiermark (Größe der Aufnahme­fläche: 5-100 m²); BOHNER et al. 2009

In Abbildung 6 ist die Pflanzenartenvielfalt von Einzelbeständen auf Lawenbahnen und waldfreien Flächen im Nationalpark Gesäuse, von Einzelbeständen in Laub- und Nadelwäldern knapp außerhalb des Nationalparkgebietes sowie von Pflanzengesellschaften des Extensiv- und Wirtschaftsgrünlandes in der Obersteiermark dargestellt. Ein direkter Vergleich der Artenzahlen ist wegen der unterschiedlichen Artenpools (EWALD 2003) sowie auf Grund der Unterschiede hinsichtlich Größe der Aufnahme­fläche und Anzahl der Vegetationsaufnahmen zum Teil problematisch (vgl. KIEHL 2000). Der Vergleich der Artendichte (Alpha-Diversität) von Pflanzenbeständen auf waldfreien Flächen mit jenen auf Lawenbahnen, von Wald- und Graslandgesellschaften lässt erkennen, dass die Phytodiversität auf Almflächen hinsichtlich Farn- und Blütenpflanzen je nach Standort und Bewirtschaftungsform von überaus niedrig bis sehr hoch reicht. Pflanzenbestände von regelmäßig extensiv beweideten Almflächen können auf frischen bis krumenwechselfeuchten Standorten sogar höhere Artenzahlen erreichen als jene in naturnahen Lawenbahnen. Die Bewirtschaftung von Gebirgsökosystemen muss somit nicht zwangsläufig zu einem Diversitätsverlust führen. Im Gegenteil, durch eine standortgerechte, extensive Almbeweidung ist auch eine Steigerung der Phytodiversität möglich. Relativ artenarm sind vor allem überdüngte oder häufig betretene Almflächen. In den untersuchten Alpenampfer-Fluren und Trittrasengesellschaften wurden meist weniger als 20 verschiedene Farn- und Blütenpflanzen auf einer Fläche von 20 m² festgestellt. Alpenampfer-Fluren kommen nur auf nährstoffreichen Almböden vor; diese sind in erster Linie mit Nitrat-Stickstoff und Kalium angereichert (BOHNER 2005). Der Alpen-Ampfer (*Rumex alpinus*) verdrängt mit seinen großen Blättern durch Beschattung viele

lichtbedürftige, niedrigwüchsige Pflanzenarten und bildet bei geeigneten Standortsbedingungen durch seine hohe Konkurrenzkraft eine artenarme Pflanzengesellschaft. Bei den Trittrasengesellschaften ist die hohe Störungs-Intensität während der Vegetationsperiode (häufiger Tritteinfluss) hauptverantwortlich für die geringe Pflanzenartenvielfalt. Von Natur aus relativ artenarm sind Nasswiesengesellschaften. Die Artendichte von 23 untersuchten Pflanzenbeständen schwankt von 2 bis 41 Gefäßpflanzenarten pro 20 m² Aufnahme­fläche. Diese Pflanzenbestände senken den Median bei den waldfreien Untersuchungsflächen in *Abbildung 3*. Die extremen Standortsverhältnisse (insbesondere der nässebedingte Sauerstoffmangel im Boden und der daraus resultierende Stress für Pflanzenwurzeln) sind hauptverantwortlich für die relativ geringe Vielfalt an Gefäßpflanzenarten in den Nasswiesengesellschaften. Nur mehr einige wenige Spezialisten ertragen den hohen Standortstress; sie gelangen zur Dominanz und bilden eine artenarme Phytözönose. Trotzdem sind diese Pflanzengesellschaften aus naturschutzfachlicher Sicht betrachtet sehr wertvoll, denn es kommen zahlreiche seltene und/oder gefährdete Arten vor. In den Laub- und Nadelwäldern knapp außerhalb des Nationalparkgebietes ist die Diversität von Gefäßpflanzen meist deutlich niedriger als auf den untersuchten Almflächen. Nur in einer Einzelaufnahme (*Phyllitido-Aceretum*) wurde eine Artendichte von 74 verschiedenen Farn- und Blütenpflanzen festgestellt (MÜLLER 1977).

Einfluss von Stress auf die Pflanzenartenvielfalt im Gebirge

Die Pflanzenartenvielfalt ist sehr wesentlich von der Stress-Intensität am Standort abhängig. Unter Stress versteht man die Belastung der Organismen durch verschiedene Umweltfaktoren. Am Pflanzenstandort können physikalische, chemische und biologische Stressoren differenziert werden (BRUNOLD 1996). Über den Boden wirken vor allem chemische Stressoren auf die Pflanzen ein; sie beeinflussen die Verbreitung und Konkurrenzkraft der verschiedenen Pflanzenarten. Insbesondere der pH-Wert und die damit gekoppelte Stoffzusammensetzung im Boden sind von Bedeutung (BOHNER 1998, 2001, 2002, 2008, 2010).

Bei ungedüngten, extensiv genutzten Graslandgesellschaften in der montanen, subalpinen und alpinen Stufe (1340 bis 2220 m Seehöhe) wird die Phytodiversität auf frischen bis krumenwechselfeuchten Almböden sehr wesentlich vom pH-Wert (pH CaCl₂) im Oberboden (0-10 cm Bodentiefe) bestimmt. Zwischen der Alpha-Diversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahme­fläche) und dem pH-Wert besteht eine unimodale Beziehung (*Abbildung 7*).

Ungedüngte Almböden im Silikat-Pufferbereich (pH CaCl₂: 6.2 – 5.0) und im oberen Teil des Austauscher-Pufferbereiches (Austauscher-Pufferbereich: pH CaCl₂ 5.0 – 4.2) weisen im Allgemeinen eine harmonische Stoffzusammensetzung im Boden auf. Daher gibt es keine Hemmnisse für das Pflanzenwachstum durch bodenchemische Stressoren. Deswegen können calcifuge und calcicole Pflanzenarten koexistieren. Dies bewirkt eine hohe Pflanzenartenvielfalt, sofern keine sonstigen restriktiven Umweltbedingungen vorherrschen. Insbesondere die Pflanzengesellschaften

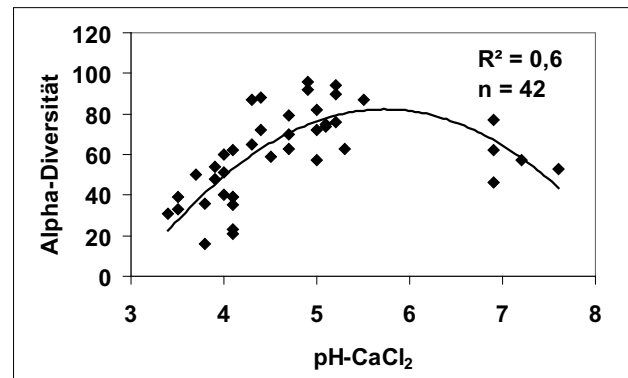


Abbildung 7: Beziehung zwischen Alpha-Diversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahme­fläche, 42 Vegetationsaufnahmen) und pH-Wert (pH CaCl₂) im Almboden (0-10 cm Bodentiefe); BOHNER 2008

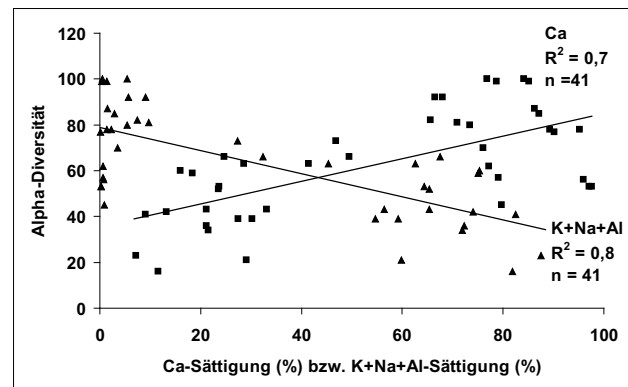


Abbildung 8: Alpha-Diversität (Artenzahl Gefäßpflanzen pro 50 m² Aufnahme­fläche, 41 Vegetationsaufnahmen) als Funktion der Ca-Sättigung bzw. (K+Na+Al)-Sättigung (BaCl₂-Extrakt) im Almboden (0-10 cm Bodentiefe); BOHNER 2002

auf Kalkglimmerschiefer in den Hohen Tauern (Violettschwingelwiesen, Goldschwingelwiesen) verzeichnen eine überaus hohe Artenvielfalt. Bis zu 96 Gefäßpflanzenarten pro 50 m² homogener Aufnahme­fläche wurden beobachtet (BOHNER 1998). Nur zum Vergleich, in Europa werden Pflanzengesellschaften bei einer Flächengröße von 100 m² als sehr artenreich angesehen, wenn mehr als 50 Arten von Gefäßpflanzen, Moose und Flechten vorkommen (HOBOHM 2005). Viele Pflanzenbestände auf den österreichischen Almen zählen somit zu den artenreichsten Phytözönosen in Europa.

Auf ungedüngten Kalkböden im Karbonat-Pufferbereich (pH CaCl₂ > 6.2) dominieren calcicole Pflanzenarten, weil nur sie den absoluten und relativen Überschuss an Calcium-Ionen im Boden und den daraus resultierenden ausgeprägten Ca-induzierten Nährstoffstress tolerieren. Auf Grund der disharmonischen Stoffzusammensetzung im Boden ist die Phytodiversität mäßig hoch. Der Artenpool für kalkreiche Standorte ist größer als jener für saure Böden. Pflanzengesellschaften auf Kalkböden haben daher tendenziell eine höhere Artenvielfalt als jene auf sauren Böden (EWALD 2002).

Die Pflanzenbestände auf ungedüngten, stark versauerten Almböden im Aluminium- und Eisen-Pufferbereich (pH

$\text{CaCl}_2 < 4.2$) weisen in der Regel die niedrigsten Artenzahlen auf. Die disharmonische Stoffzusammensetzung im Boden (relativer Alkali- und Sesquioxid-Überschuss sowie komplementärer relativer Erdalkali-Mangel) stellt einen enormen Nährstoff- und Säurestress für die Pflanzenwurzeln dar, den nur ausgesprochen calcifuge Arten tolerieren. Je stärker der Almboden versauert ist, umso deutlicher sind der relative Alkali- und Sesquioxid-Überschuss und der komplementäre relative Erdalkali-Mangel im Almboden ausgeprägt (BOHNER 2010), desto dominanter treten einige ausgesprochen calcifuge Arten im Pflanzenbestand auf und desto geringer ist die Vielfalt an Gefäßpflanzenarten (BOHNER 1998). Vor allem eine niedrige Ca-Sättigung ($< 40\%$) und eine hohe (K + Na + Al)-Sättigung ($> 60\%$) im Oberboden sind im Allgemeinen mit einer relativ geringen Alpha-Diversität verbunden (Abbildung 8). Die Bürstlingsrasen beispielsweise sind auf stark versauerten, sesquoxidreichen, solodierten Almböden relativ artenarm und der Bürstling (*Nardus stricta*) dominiert. Bei geringer werdendem relativen Alkali- und Sesquioxid-Überschuss bzw. steigender Ca-Sättigung verliert *Nardus stricta* seine Dominanz, und die Phytodiversität steigt (BOHNER 1998). Aus almwirtschaftlicher Sicht betrachtet sind stark versauerte Almböden ($\text{pH CaCl}_2 < 4.2$) ungünstig, denn „wertvolle“ Futterpflanzen wie beispielsweise Alpen-Rispengras (*Poa alpina*), Gold-Pippau (*Crepis aurea*), Braun-Klee (*Trifolium badium*) oder Rot-Klee (*Trifolium pratense*) fehlen im Pflanzenbestand weitgehend, während vor allem der Bürstling in der montanen, subalpinen und unteralpinen Höhenstufe bei ausreichenden Lichtverhältnissen einen hohen Deckungsgrad erreichen kann (BOHNER 1998).

Die Pflanzenartenvielfalt ist somit im Almbereich nicht nur eine Funktion der Bewirtschaftungsart und Nutzungsintensität; auch die pH-abhängige Stoffzusammensetzung im Almboden ist von Bedeutung. Nährstoffarme Almböden sind daher nicht a priori artenreiche Standorte. Im Gegenteil, stark versauerte und somit nährstoffarme, sesquoxidreiche, solodierte Almböden tragen selbst bei guten Lichtverhältnissen in Bodennähe und extensiver Bewirtschaftung relativ artenarme Pflanzengesellschaften, weil das disharmonische Stoffangebot im Boden (selektiver Mangel- und Überschussstress) nur einige wenige spezialisierte Pflanzenarten aushalten; sie gelangen wegen fehlender Konkurrenz zur Dominanz. Dies entspricht dem ökologischen Grundprinzip von THIENEMANN, wonach unter extremen Umweltbedingungen die Artenzahlen abnehmen, die Individuenzahlen der verbliebenen Arten allerdings steigen (HOBOM 2000). Nur die Kombination aus Nährstoffarmut im Almboden, niedrige oberirdische Biomasseproduktion und daraus resultierend günstige Lichtverhältnisse in Bodennähe, minimaler Stress (frische bis krumenwechselfeuchte Almböden im Silikat-Pufferbereich oder im oberen Teil des Austausch-Pufferbereichs), schwache Störung (regelmäßige extensive Almbewirtschaftung) und ein hoher regionaler Artenpool ermöglichen ein Höchstmaß an Phytodiversität in der Almregion. Diese Untersuchungsergebnisse stehen somit im Einklang mit der „intermediate disturbance hypothesis“ (CONNELL 1978). Diese Hypothese besagt, dass mäßiger Stress und schwache Störung die Phytodiversität erhöhen.

Schlussfolgerung

Das Datenmaterial ist noch zu gering, um allgemein gültige Aussagen über die Pflanzenartenvielfalt auf österreichischen Almen machen zu können. Es kann daher nur ein erster Überblick gegeben werden. Die in der Einleitung gestellten Fragen können nach derzeitigem Kenntnisstand zusammenfassend dahingehend beantwortet werden, dass die Almwirtschaft einen aktiven Beitrag für die Erhaltung und Steigerung der Arten- und Biotopvielfalt im Gebirge leistet. Durch unterschiedliche Bewirtschaftungsformen und Nutzungsintensitäten entsteht eine attraktive Kulturlandschaft mit vielen verschiedenen Pflanzengesellschaften (Vegetationstypen) und einer großen Vielfalt an Pflanzenarten. Die meist artenreichen Wiesen und Weiden unterhalb der klimatischen Waldgrenze können nur durch eine standortgerechte, extensive Almbeweidung oder Bergmahd erhalten werden. Das Auflassen der jahrtausendealten Almwirtschaft führt zu einer floristischen Artenverarmung, zu einer Reduktion der Biotopvielfalt und somit zu einem Attraktivitätsverlust der Landschaft. Allerdings bewirkt auch eine Nutzungsintensivierung eine Verminderung der Phytodiversität. Nur eine standortgerechte und in ihrer Intensität abgestufte Almbewirtschaftung gewährleistet ein Höchstmaß an Biodiversität und Biotopvielfalt; sie ist daher mit den Zielen des Naturschutzes auf jeden Fall vereinbar.

Die bisherigen Biodiversitätsstudien wurden auf einzelnen Almen in Kärnten, in der Steiermark und in Tirol durchgeführt. Weitere systematische Biodiversitätsuntersuchungen auf österreichischen Almen sind für eine naturschutzfachliche Gesamtbeurteilung und für einen überregionalen Vergleich erforderlich.

Anmerkung

Die Taxonomie und Nomenklatur der angeführten Gefäßpflanzen richten sich nach FISCHER et al. (2008). Die wissenschaftliche Benennung der Pflanzengesellschaften folgt weitgehend MUCINA et al. (1993) sowie GRABHERR und MUCINA (1993).

Literatur

- BOHNER, A., 1998: Almwirtschaft und Gebirgs-Ökosysteme. Diss. BOKU Wien, 169 und 215 S.
- BOHNER, A., 2001: Bedeutung der Almwirtschaft und des Bodenzustandes für die Biotopvielfalt und floristische Artendiversität. Sauteria 11, 27-50.
- BOHNER, A., 2002: Ökochemische Stresskennwerte im Boden. Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges., Heft 66, 149-155.
- BOHNER, A., 2005: Rumicetum alpini Beger 1922 – species composition, soil-chemical properties, and mineral element content. Wulfenia 12, 113-126.
- BOHNER, A., 2008: Relationship between vascular plant species richness and soil chemical properties of alpine meadows and pastures. Grassland Science in Europe 13, 81-83.
- BOHNER, A., 2010: Eigenschaften und Merkmale von Almböden. Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges., Heft 77, im Druck.

- BOHNER, A., H. HABELER, F. STARLINGER und M. SUANJAK, 2009: Artenreiche montane Rasengesellschaften auf Lawinenbahnen des Nationalparks Gesäuse (Österreich). *Tuexenia* 29: 97-120.
- BOHNER, A., H. HABELER, F. STARLINGER und M. SUANJAK, 2010: Snow avalanches keep habitats open and species-rich in the montane and subalpine belt. *Eco.mont* 3 (submitted).
- BRUNOLD, C., 1996: Einführung. In: Ch. Brunold, A. Rügsegger und R. Brändle (Hrsg.): *Stress bei Pflanzen*. UTB, Paul Haupt Verlag, 17-34.
- CONNELL, J.H., 1978: Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302-1310.
- EWALD, J., 2002: Multiple controls of understorey plant richness in mountain forests of the Bavarian Alps. *Phytocoenologia* 32, 85-100.
- EWALD, J., 2003: The calcareous riddle: why are there so many calciphilous species in the Central European flora? *Folia Geobotanica* 38, 357-366.
- FISCHER, M.A., K. OSWALD und W. ADLER, 2008: *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. 3. Auflage, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, 1391 S.
- GRABHERR, G. und L. MUCINA (Hrsg.), 1993: *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II*. Gustav Fischer Verlag, 523 S.
- GRÜNER BERICHT, 2009: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft Wien.
- HEIDT, E. und H. PLACHTER, 1996: *Bewerten im Naturschutz: Probleme und Wege zu ihrer Lösung*. Beiträge Akademie für Natur- und Umweltschutz, Baden-Württemberg 23, 193-252.
- HOBOHM, C., 2000: *Biodiversität*. UTB Quelle & Meyer Verlag, 214 S.
- HOBOHM, C., 2005: Was sind Biodiversity Hotspots – global, regional, lokal? *Tuexenia* 25: 379-386.
- HOLZNER, W., 2007: *Almen. Almwirtschaft und Biodiversität*. Böhlau Verlag, 300 S.
- KIEHL, K., 2000: Probleme bei der Erfassung und Bewertung von Daten zur Arten- und Strukturvielfalt der Vegetation. *Treffpunkt Biologische Vielfalt*, 229-235.
- KROMP-KOLB, H. und H. FORMAYER, 2005: *Schwarzbuch Klimawandel*. Ecowin-Verlag, 222 S.
- MACHATSCHEK, M. und P. KURZ, 2006: Über den Einfluss der Art der Almbewirtschaftung insbesondere der Weideorganisation und der Rekultivierungsmaßnahmen auf die Biodiversität. *ALP Austria, BMLFUW*, 243 S.
- MUCINA, L., G. GRABHERR und T. ELLMAUER (Hrsg.), 1993: *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I*, Gustav Fischer Verlag, 578 S.
- MÜLLER, F., 1977: *Die Waldgesellschaften und Standorte des Sengengebirges und der Mollner Voralpen (Oberösterreich)*. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanst., Wien, 121, 242 S.
- NIEMEYER, L., S. BUHOLZER, J. NÖSBERGER, A. OBERSON, E. FROSSARD, J. TROXLER, B. JEANGROS, M. SCHÜTZ und A. LÜSCHER, 2001: Veränderung der botanischen Zusammensetzung von Wiesen im Alpenraum als Indikator für die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau*, Band 3, 53-55.
- PLACHTER, H., 1989: Zur biologischen Schnellansprache und Bewertung von Gebieten. *Schr. R. Landschaftspfl. Naturschutz* 29, 107-135.
- SOLAR, F. und E. LICHTENEGGER, 1981: Ertragsbildung und Ertragsfaktoren in der alpinen Standortcatena. Möglichkeiten und Grenzen intensiver Grünlandwirtschaft. 3. Sonderheft der *Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft*. Führer zur Exkursion durch das Glocknergebiet und die Karnischen Alpen in Kärnten vom 23. bis 26. September 1981, 166-182.
- SPATZ, G., 1999: Almwirtschaft – Ökosysteme im labilen Gleichgewicht. *GR* 51, 241-247.