

Die Vegetation der Bergmäher im Valsertal/Tirol

– Roland Mayer und Sabine Grabner –

Zusammenfassung

Im Natura 2000-Gebiet Valsertal/Nordtirol wurden auf südexponierten Hanglagen zwischen 1350 und 2440 m bewirtschaftete und brachliegende Bergwiesen (Bergmäher) pflanzensoziologisch untersucht und hinsichtlich ihrer Veränderung nach Aufgabe der Mahd bewertet. Bemerkenswert ist das unmittelbare Nebeneinander von basiphilen und acido-toleranten Arten auf engstem Raum, das einerseits zu sehr artenreichen Gesellschaften sowie zur engen Verzahnung von Vegetationstypen und Ausbildung von zahlreichen Übergangsgesellschaften führt. CCA-Analysen zeigten, dass für die Differenzierung der Gesellschaften in erster Linie der pH-Gradient, gefolgt von der Meereshöhe und erst in weiterer Folge der Bewirtschaftungseinfluss eine Rolle spielt. Nach Aufgabe der Bewirtschaftung konnten unterschiedliche Typen der Sukzession erkannt werden: In Kalkmagerrasen über mäßig sauren Böden wandern hauptsächlich Gräser ein, unterhalb 1800 m vor allem *Molinia caerulea*, *Calamagrostis varia* und *Brachypodium pinnatum*, darüber *Carex sempervirens*. Über stark sauren Böden verbrachen die Mäher mit Zwergsträuchern, allen voran mit *Calluna vulgaris*. Die Verbuschung mit Grünerlen ist auf frische nord-bis westexponierte Hanglagen beschränkt.

Abstract: Vegetation pattern and succession processes in cultivated and abandoned subalpine grasslands in the Valsertal (North Tyrol/Austria)

A phytosociological study of traditionally managed and abandoned meadows of south-facing slopes at altitudes between 1350 and 2440 m was conducted in the Valsertal, a valley in the central Alps of northern Tyrol designated as a Natura 2000 area. Special emphasis was placed on the response of the vegetation to the cessation of mowing. A noteworthy characteristic of the study area is the close spatial coexistence of basiphiles and acidophiles, which leads on the one hand to very species-rich communities and on the other to a close interdigitisation of vegetation types and the development of numerous transitional communities. Canonical correspondence analyses (CCAs) showed soil pH to be the most important factor for the plant composition, followed by altitude, and lastly the influence of the cultivation, which plays a subordinate role. Different types of succession could be recognised following the cessation of management. Sparse calcareous grasslands are colonised mainly by grasses; below 1800 m these tend to be *Molinia caerulea*, *Calamagrostis varia*, *Brachypodium pinnatum* and *Carex sempervirens*. On strongly acidic soils the cessation of management led to colonisation by dwarf shrubs, especially *Calluna vulgaris*. The development of *Alnus alnobetula* thickets is restricted to north- to west-facing slopes.

Keywords: abandonment, calcareous/siliceous communities, classification, Natura 2000, ordination, succession, traditional management.

1. Einleitung

Bergmäher wie die des Natura 2000-Gebietes Valsertal gehören zu den schönsten und artenreichsten Pflanzengesellschaften. Sie bieten Lebensraum für eine große Anzahl seltener und bedrohter Organismen und zählen daher zu den wertvollsten Biocoenosen des Alpenraums. Allerdings werden immer weniger Bergmäher auch heutzutage noch auf die traditionelle Art und Weise bewirtschaftet. Die zunehmende Auflassung von Bergmähdern bedeutet aber nicht nur einen Verlust an schützenswerten Pflanzengesellschaften sondern ebenso an altem Kulturgut, wie sie Heustadeln, Wege und Steige darstellen. Pflanzensoziologisch sind Bergmäher aufgrund der vielfältigen, sich überschneidenden Einflüsse durch die Umwelt und den Menschen schwer fassbar und gelten bis heute als noch nicht ausreichend untersucht. Die Vegetation von Bergmähdern über silikatischem Gestein konnte von BISCHOF (1981, 1984), STERN (1997), ENDER (1998), MULSER (1998), BRUNNER (1999) als *Sieverasio-*

Nardetum und von HARTL (1963), KREISCH (2001) und STEINMAIR (1999) als *Hypochoerido uniflorae-Festucetum paniculatae* angesprochen werden. Mäher über basiphilem Gestein wurden von LÜDI (1921) dem *Caricetum ferrugineae*, von ISDA (1986), GANDER (1984) dem *Campanulo scheuchzeri-Festucetum noricae*, von GRABNER & HEISELMAYER (2002) dem *Pulsatillo alpinae-Festucetum noricae* bzw. *Geo montanae-Festucetum noricae* oder von BRAUN-BLANQUET (1926, 1969) und von VORHAUSER & ERSCHBAMER (2000) dem *Festuco violacae-Trifolietum thalii* zugeordnet. Über basisch-silikatischem Mischgestein können meist nur ranglose Gesellschaften ausgewiesen werden (GRABNER 1997, ZUMBÜHL 1983).

Im Valsertal sind ein Großteil der südexponierten Hanglagen von Bergmähdern bewachsen, die nur noch zum Teil bis heute halbschürig, das heißt im Rhythmus von zwei Jahren, gemäht werden. Ihre Bewirtschaftung wird durch finanzielle Unterstützung des Landes Tirol gefördert. In schwer zugänglicher Lage fallen sie allerdings bereits seit bis zu 40 Jahren brach. Ihr außerordentlicher Reiz liegt in ihrem Artenreichtum, der in erster Linie auf das heterogene Grundgestein – ein Kalk-Silikatmischgestein – zurückzuführen ist.

In der vorliegenden Studie interessiert besonders:

- Welche Pflanzengesellschaften lassen sich hier auf basisch-silikatischem Mischgestein unterscheiden?
- Welche Umweltparameter sind für die Differenzierung dieser Gesellschaften wichtig?
- Wie wirkt sich die Bewirtschaftung auf die Gesellschaften und ihre Entwicklung aus?

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im nordwestlichsten Abschnitt des Natura 2000-Gebietes im Talschluss des Valsertales in den Tuxer Alpen. Dieses Tal stellt den in ost-südöstliche Richtung verlaufenden Seitenast des Schmirntals dar, das ca. 7 km nördlich des Brenners bei St. Jodok in das Wipptal einmündet (Abb. 1). Die untersuchten Südhänge der Ebenen-, Finaul- und Gampass-Mäher umfassen eine Fläche von ca. 3 km² und erstrecken sich von 1350 m bis 2440 m Seehöhe (11°32'–11°35' Ost, 47°02'–47°03' Nord). Das Natura 2000-Gebiet wurde bereits 1941 als Naturschutzgebiet ausgewiesen und im Jahr 2001 aufgrund einer Neuverordnung erweitert.

Geologisch betrachtet gehört das Valsertal zum westlichsten Teil des Tauernfensters und hat hier Anteil an der oberen und unteren Schieferhülle (TOLLMANN 1977). Die obere Schieferhülle besteht hauptsächlich aus Kalkglimmerschiefer und Kalkphylliten und wird im Gebiet als Brennerschiefer bezeichnet. Diese Gesteine sind aufgrund ihrer Kalk-Ton-Mischung sehr gute Bodenbildner, sodass selbst sehr steile Hänge von einer dichten Grasnarbe überzogen sind (KLEBELSBERG 1935, PENZ 1972). Aber auch Gesteine der unteren Schieferhülle – meist mineralreiche Glimmerschiefer, Quarzite und Gneise – haben Bedeutung und sorgen so für eine kleinräumige Abfolge von basischen und silikatischen Ausgangsgesteinen sowie den damit verbunden sehr unterschiedlichen pH-Werten des Bodens, die zwischen 3 und 7 schwanken.

Die klimatischen Verhältnisse des Valsertals entsprechen der inneralpinen Zone, wobei der kontinentale Charakter durch den Südföhn abgeschwächt wird, welcher das gesamte Brennergebiet beeinflusst. Das Eintreffen der Föhnluft ist mit einem Anstieg der Temperatur verbunden, am Alpenhauptkamm kommt es dann vermehrt zu Niederschlägen. Im Brennergebiet gehen bei starkem Südföhn im Durchschnitt 9,5 mm Niederschlag pro Tag nieder (gemessen in der Periode 1948–57). Der Beitrag dieser Niederschläge am Jahresniederschlag ist aber nicht besonders groß und beträgt ca. 6% im Brennergebiet (FLIRI 1975). Die Beziehung zwischen der Föhnhäufigkeit und steigender Lufttemperatur ist sehr stark von der Jahreszeit abhängig. Durch den Einfluss des Föhns wird die mittlere Temperatur im Winter um 1,7°C sowie die Jahresmitteltemperatur um 0,9°C erhöht. Gleichzeitig vermindert sich die Schwankung der Werte zwischen Jänner und Juli, wodurch die thermische Kontinentalität abgemildert wird (FLIRI 1975). Im Valsertal ist keine eigene Klima-Messstation installiert, daher dienen zur Charakterisierung die Werte der Station aus dem benachbarten Schmirntal (In-

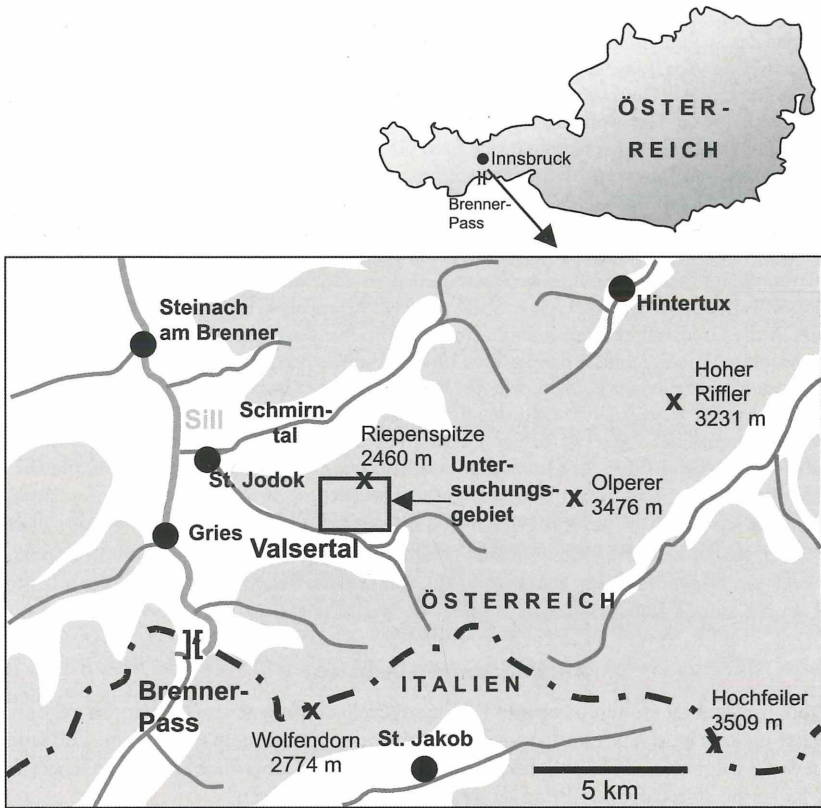


Abb. 1: Die Lage des Valsertals in den Tuxer Alpen/Nordtirol.

nerschmirn-Obern, 1630 m) im Zeitraum von 1978–1998. Die mittlere Jahres-Niederschlagsmenge beläuft sich auf 1104 mm, die mittlere Lufttemperatur liegt bei 3,5°C. Beginn und Ende der längsten andauernden Schneedecke sind der 23. November bzw. der 15. April. Diese Winterdecke bleibt durchschnittlich 144 Tage liegen. Die Summe des Neuschnees beträgt 529 cm bei einer maximalen Neuschneehöhe von 46 cm und einer maximalen Schneehöhe von 100 cm (HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1961–2001). Besonders auf den südexponierten Steilhängen des Valsertals herrschen trocken-warme Verhältnisse vor, sodass zahlreiche an Trockenheit angepasste Arten wie z.B. *Trifolium rubens* und *Festuca rupicola* bis in größere Höhen angetroffen werden können.

3. Methodik

Die Vegetation der Bergmäher wurde insgesamt durch 190 Aufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) unter Verwendung der Schätzkala nach REICHELDT & WILLMANN'S (1973) erfasst. Die Aufnahmeflächen wurden subjektiv gewählt, mit der Intention, jeden physiognomisch unterscheidbaren Bestand durch eine statistisch auswertbare Anzahl von Aufnahmen entlang des Höhengradienten zu belegen. Die Abgrenzung der Aufnahmefläche erfolgte nach subjektiver Einschätzung der floristisch-ökologischen Homogenität des Bestandes, wobei eine Mindestgröße von 25 m² für Wiesen-, Rasen- und Zwergstrauch-Gesellschaften und zwischen 24 m² und 64 m² für Grünerlen-Gesellschaften entsprechend DIERSCHKE (1994) angestrebt wurde.

Für jede Aufnahmefläche wurden außer der Notierung der Standortfaktoren Höhe, Inklination und Exposition auch drei Bodenproben aus den obersten 5–10 cm mit einem Stechzylinder entnommen und die pH-Werte im Labor ermittelt. Zu jeweils 10 g Feinerde wurden 25 ml einer 0,01 mol CaCl₂-Lösung

gegeben (ÖNORM L1083). Jede Probe wurde einzeln analysiert und für die jeweiligen 3 Proben einer Aufnahmefläche das arithmetische Mittel bestimmt. Außerdem wurde für jeden Vegetationstyp ein Bodenprofil gegraben, um den Bodentyp und die Bodenart zu bestimmen. Die Bewirtschaftung der Mäher wurde durch Befragung der Landwirte erhoben.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgt ADLER et al. (1994), und die der Flechten WIRTH (1995). Die Nomenklatur der Syntaxa richtet sich nach GRABHERR et al. (1993).

Die Auswertung der Daten wurde mit dem Programm TWINSPAN (HILL 1979) durchgeführt, wobei die Gruppierung der Aufnahmen unverändert übernommen, die Anordnung der Arten jedoch überarbeitet wurde. Für die Stetigkeitstabellen wurden folgende Stetigkeitsklassen unterschieden: V = 81–100%, IV = 61–80%, III = 41–60%, II = 21–40%, I = 11–20%, + = 6–10%, r < 6%.

Die Relation Standortfaktoren und Artenzusammensetzung wurde mit dem Programmpaket CANOCO 4 for WINDOWS (TER BRAAK & ŠMILAUER 1997) analysiert. In einem ersten Schritt wurde mittels DCA die Gradientenlänge bestimmt, um die Entscheidung für ein lineares oder unimodales Modell zu erleichtern. Die Ergebnisse der direkten Ordination wurden mit denen der indirekten Ordination verglichen, um beurteilen zu können, wie die eingesetzten Standortfaktoren zur Varianzerklärung der Daten beitragen. Für diese Analysen wurden die Daten nicht transformiert.

Für die Berechnung der Zeigerwerte der Gesellschaften im Valsertal wurden die von KARRER (1994, in: WIEDERMANN 1997) für Österreich modifizierten Zeigerwerte herangezogen. Für die einzelnen Aufnahmen sind gewichtete Mittelwerte berechnet worden.

Zur Erstellung des Lebensform-Spektrums wurde für jede Gesellschaft der Anteil der verschiedenen Lebensformen nach ihrem durchschnittlichen Deckungsgrad gewichtet berechnet.

4. Ergebnisse

4.1. Pflanzengesellschaften

Im Untersuchungsgebiet stehen basiphile Pflanzengesellschaften acido-toleranten gegenüber. Sie sind meist mosaikartig eng miteinander verzahnt oder gehen ineinander über. Die weitere Differenzierung folgt dem Höhengradienten und der unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensität. Es lassen sich folgende Pflanzengesellschaften ausweisen:

- *MOLINIO-ARRHENATHERETEA* R.Tx. 1937 em. R.Tx. 1970
Geranio lividi-Trisetetum flavescens Knapp et Knapp ex Dierschke 1981
- *SESLERIETEA ALBICANTIS* Oberd. 1978 corr. Oberd. 1990
Calamagrostis varia-Heracleum sphondylium-Gesellschaft
Sesleria albicans-Laserpitium latifolium-Gesellschaft mit *Molinia caerulea*
Sesleria albicans-Laserpitium latifolium-Gesellschaft mit *Nardus stricta*
- *LOISELEURIO-VACCINIETEA* Egger 1952
Calluna vulgaris-Gesellschaft
CARICETEA CURVULAE Br.-Bl. 1948
Sieversio-Nardetum strictae Lüdi 1948
Nardus stricta-Juncus trifidus-Gesellschaft
Caricetum curvulae Rübel 1911
- *Alnus alnobetula*-Gesellschaft

4.1.1. *MOLINIO-ARRHENATHERETEA* R.Tx. 1937 em. R.Tx. 1970

Geranio lividi-Trisetetum flavescens Knapp et Knapp ex Dierschke 1981 (Tab. 1, Nr. 1)

Die Goldhaferwiesen stellen das Wirtschaftsgrünland der unteren Hanglage zwischen 1330 m und 1660 m Seehöhe dar. Die Bestände werden ein- bis zwei Mal im Jahr gemäht und in den überwiegenden Fällen jährlich mit Stallmist gedüngt. Der pH-Wert des Oberbodens variiert mit einer weiten Amplitude von 4,6 bis 7,0, meistens liegt er aber zwischen 5,0 und 6,0. In den einzelnen Aufnahmeflächen von je 25 m² lassen sich zwischen 30 und 56 Arten finden, wobei die intensiv bewirtschafteten Wiesen nur durchschnittlich zwischen 32 und 39, die etwas extensiver hingegen bis zu 56 Arten aufweisen.

Im *Geranio lividi-Trisetetum* des Valsertals ist *Arrhenatherum elatius* bedeutender als *Trisetum flavescens*. Es lässt sich in die Typische Ausbildung (Tab. 1, Nr. 1.1), die mit Mist gedüngt und 2× jährlich gemäht wird, und in eine Ausbildung mit *Avenula pubescens* (Tab. 1,

Nr. 1.2), welche einschürige oder halbschürige und unregelmäßig gedüngte Wiesen umfasst, gliedern. Die besten Übereinstimmungen hinsichtlich der Artenzusammensetzung zeigen sich mit der Originalbeschreibung dieser Assoziation von KNAPP & KNAPP (1953) aus dem Gschnitz-, Wipp- und Navistal sowie mit dem *Geranio lividi-Trisetetum* von GASSER (1982) aus dem Vallertal in Südtirol.

4.1.2. *SESLERIETEA ALBICANTIS* Oberd. 1978 corr. Oberd. 1990

Auf Pararendzinen und Braunerden mit pH-Werten zwischen 4,7 und 7,1 wachsen im Gebiet Mähder die den *Seslerietea albicantis* zugeordnet werden können. Mit abnehmendem pH-Wert kann eine Abfolge von der *Calamagrostis varia-Heracleum sphondylium*-Gesellschaft zur *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* und zur *Sesleria albicans-Carex sempervirens*-Gesellschaft mit *Nardus stricta* im saureren Bereich beobachtet werden.

4.1.2.1. *Calamagrostis varia-Heracleum sphondylium*-Gesellschaft (Tab. 1, Nr. 2)

Diese von *Calamagrostis varia* sowie den Hochstauden *Chaerophyllum villarsii* und *Heracleum sphondylium* dominierten Mähder sind in Rinnen und im Hangfußbereich zwischen 1570 m und 1890 m Seehöhe zu finden, wo natürlicher Eintrag basischen Gesteins einerseits für einen hohen pH-Wert zwischen 6,9–7,2 sorgt, andererseits die Bewirtschaft dieser Mähder durch die grobblockige Beschaffenheit des Untergrundes sehr erschwert ist. Die Artenzahl pro Aufnahmefläche variiert beträchtlich und liegt zwischen 29 und 56 mit einem Mittelwert von 39 Arten. Ähnlichkeiten bestehen zu den von LIPPERT (1966), THIELE (1978), EGGENSBERGER (1994), RÖSLER (1997) und GREIMLER (1997) auf Kalk beschriebenen Buntreitgrasfluren.

4.1.2.2. *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* (Tab. 1, Nr. 3)

Diese Gesellschaft wird von *Molinia caerulea* und *Carex sempervirens* dominiert, wobei *Calamagrostis varia*, *Brachypodium pinnatum*, *Sesleria albicans*, *Festuca rubra* agg. und *Anthoxanthum odoratum* ebenfalls größere Bedeutung zukommen kann. Auffallend ist die große Anzahl von *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten, wie *Pimpinella major*, *Trifolium pratense* und *Alchemilla vulgaris* agg. Dazu gesellen sich typische Vertreter der *Seslerietea albicantis* wie *Phyteuma orbiculare*, *Anthyllis vulneraria* und *Thesium alpinum* sowie etliche wärmeliebende Pflanzen der *Festuco-Brometea* wie z.B. *Centaurea scabiosa*, *Euphorbia cyparissias* und *Helianthemum ovatum*.

Diese Gesellschaft ist bevorzugt auf abgelegenen sehr steilen (bis 47°), südost- bis südwest-exponierten Flächen über Pararendzinen und Braunerden mit einer 1–2 Zentimeter dicken Streuschicht (F-Mull) in 1360–2000 m Höhe zu finden. Die pH-Werte des Oberbodens liegen zwischen 5,5 und 7,0. Die meisten dieser Wiesen sind Brachen, nur wenige werden halb oder einschürig gemäht. Die durchschnittliche Artenzahl beträgt 46 und reicht von 31 bis 62 pro Aufnahmefläche.

Die *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* lässt sich in eine **Ausbildung mit *Trifolium medium*** (Tab. 1, Nr. 3.2) in talnahen Hanglagen zwischen 1360 m und 1710 m und in eine **Ausbildung mit *Calamagrostis varia*** (Tab. 1, Nr. 3.1) in Meereshöhen zwischen 1640 und 2020 m gliedern. Die Ausbildung mit *Trifolium medium* wird durch das Fehlen von *Calamagrostis varia* und das vermehrte Vorkommen von Trocken- bzw. Halbtrockenrasenarten wie *Carex montana* und *Festuca rupicola* gekennzeichnet. Stellenweise können *Laserpitium latifolium* und *Chaerophyllum villarsii* höhere Deckungswerte erreichen. Außer jungen Brachestadien (< 15 Jahre) sind hier vorwiegend einschürige und halbschürige Mäher vertreten. Innerhalb der Ausbildung mit *Calamagrostis varia* können zwei Unterausbildungen, eine Typische (Tab. 1, Nr. 3.1.1) über Böden mit pH-Werten meist über 6 und die Unterausbildung mit *Calluna vulgaris* (Tab. 1, Nr. 3.1.2) über Böden mit pH-Werten meist geringer als 6 unterschieden werden. Während die Typische Unterausbildung

noch zum überwiegenden Teil halbschürig gemäht wird, liegen die Flächen der Unteraus-
bildung mit *Calluna vulgaris* seit 15–40 Jahren brach.

Die Gesellschaft hat Ähnlichkeit mit dem *Seslerio-Caricetum sempervirentis* Braun-Blanquet 1926, unterscheidet sich allerdings durch das reichliche Vorkommen an *Molinio-Arrhenatheretea*- und durch das Auftreten der *Festuco-Brometea*-Arten. Ebenso bestehen Ähnlichkeiten zum *Carlino-Caricetum sempervirentis* Lutz 1947 innerhalb der *Festuco-Brometea*, das RÖSLER (1997) in den Bayerischen Alpen bearbeitet hat, allerdings überwiegen dort bei weitem die *Festuco-Brometea*-Arten. Das Vorherrschen der *Sesleriete*a-Arten im Untersuchungsgebiet rechtfertigt die Stellung in der Klasse *Sesleriete*a *albicansis*.

4.1.2.3. *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta* (Tab. 1, Nr. 4)

In diesen Mähdern können Grasartige bis zu 85 % der Gesamtdeckung erreichen. Abgesehen von *Carex sempervirens* und *Sesleria albicans* erreicht *Nardus stricta* größere Bedeutung. Charakteristisch für diese Gesellschaft ist das gemeinsame Vorkommen von Charakterarten der *Sesleriete*a *albicansis* wie *Galium anisophyllum*, *Phyteuma orbiculare* und *Rhinanthus glacialis* und Kennarten der Bürstlingsrasen, wie *Potentilla aurea* und *Campanula barbata* neben *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten. *Festuco-Brometea*-Arten verlieren gegenüber der vorhergehenden Gesellschaft an Bedeutung. Dazu mischen sich Hochstauden wie *Geranium sylvaticum* und *Chaerophyllum villarsii* sowie die Zwergsträucher *Calluna vulgaris*, *Erica carnea* und *Daphne striata* verstärkt hinzu.

Diese Mäher sind hauptsächlich in 20–40° geneigten, süd- bis westexponierten Hanglagen überwiegend auf Braunerden mit 2–3 cm dickem F-Mull-Auflagehorizont zu finden. Die pH-Werte der obersten Bodenschicht variieren zwischen 4,5 bis 5,5. Diese Gesellschaft umfasst sowohl halbschürig gemähte als auch 15–40 Jahre brachliegende Bestände. Die Artenzahl pro Aufnahmefläche reicht von 45 bis 70 und liegt durchschnittlich bei 55,7.

Je nach Höhenlage lässt sich eine Ausbildung mit *Brachypodium pinnatum* in 1370 bis 1890 m Seehöhe und eine mit *Soldanella alpina* in Höhenlagen zwischen 1590 m und 2190 m unterscheiden. Die Ausbildung mit *Brachypodium pinnatum* (Tab. 1, Nr. 4.1) zeichnet sich außer durch das Vorkommen von *Brachypodium pinnatum* durch das regelmäßige Auftreten von *Trifolium medium* und *Carex montana* aus. Halbschürige Wiesen sind ebenso anzutreffen wie 15- bis 40-jährige Brachen.

Soldanella alpina, *Deschampsia cespitosa*, *Avenula versicolor* und *Geum montanum* charakterisieren die Ausbildung mit *Soldanella alpina* (Tab. 1, Nr. 4.2). Die meisten dieser Mäher liegen seit 10–15 Jahren brach. Außer der Typischen Unteraus-
bildung (Tab. 1, Nr. 4.2.1) auf westlich exponierten, mäßig steilen Hängen (6–23°) im Höhenbereich zwischen 1700 und 1830 m kann in Hangfußlagen eine Unteraus-
bildung mit *Pedicularis foliosa* (Tab. 1, Nr. 4.2.2) erkannt werden. Hier gewinnen Hochstauden wie *Pedicularis foliosa*, *Geranium sylvaticum* und *Centaurea pseudophrygia* an Bedeutung. Die Bestände besiedeln steile (22–31°), süd-
exponierte Hänge in 1900 bis 2000 m Höhe und zeigen in ihrer Üppigkeit Ähnlichkeiten mit Wiesen in den Tallagen. Die Kräuter erlangen gegenüber den Gräsern größere Bedeutung und können bis knapp die Hälfte der Gesamtdeckung dieser mit 58 Arten/25m² sehr artenreichen Bestände ausmachen. Lawinen sorgen hier immer wieder für Materialeintrag. In der Unteraus-
bildung mit *Calluna vulgaris* (Tab. 1, Nr. 4.2.3) können Zwergsträucher wie *Calluna vul-
garis*, *Erica carnea* und *Vaccinium vitis-idea* bis zu 40% Deckungsanteil ausmachen. *Carex sempervirens* und *Festuca rubra* agg. spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle.

Die synsystematische Stellung der *Sesleriete*a *albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta* ist durch das Nebeneinander von basiphilen und acido-toleranten Arten nicht eindeutig; In der Ausbildung mit *Brachypodium pinnatum* durch das Auftreten von *Nardus stricta* und *Arnica montana* zusätzlich zu *Sesleriete*a-Arten und in der Ausbildung mit *Soldanella alpina* außerdem durch das Vorkommen von *Caricetea curvulae*-Arten. Doch spricht das generelle Vorherrschen von *Sesleriete*a-Arten für eine Zuordnung zur Klasse der *Sesleriete*a *albicansis*. Die Ausbildung mit *Soldanella alpina* kann als Übergangsgesell-

schaft zum *Nardion strictae* Br.-Bl. 1926 aufgefasst werden. Ähnlichkeiten, insbesondere im Nebeneinander von *Sesleria albicans* und *Nardus stricta* sind auch mit dem von WAGNER (1965) beschriebenen *Pulsatillo-Festucetum* und der von BRAUN-BLANQUET (1969) aufgestellten Assoziation *Festuco violacea-Trifolietum thalii* gegeben. Die Ausbildung mit *Brachypodium pinnatum* hingegen kann als Übergang zu den montanen Borstgrasrasen, die von SILLINGER (1933) und KRAHULEC (1990) bearbeitet wurden, aufgefasst werden.

4.1.3. LOISELEURIO-VACCINIETEA Egger 1952

Calluna vulgaris-Gesellschaft (Tab. 1, Nr. 6)

In diesen seit 40 Jahren brachliegenden ehemaligen Bergmähdern treten zur Artengarnitur des *Sieversio-Nardetum strictae* Zwergsträucher hinzu und erreichen bis zu 80% Gesamtdeckung. Neben *Calluna vulgaris* sind *Vaccinium myrtillus*, *V. gaultherioides*, *Juniperus communis* ssp. *alpina*, aber auch *Daphne striata* von Bedeutung. Im Unterwuchs wird die Krautschicht durch verschiedene *Cladonia*-Arten und Moose, insbesondere *Pleurozium schreberi*, bereichert.

Bevorzugte Standorte sind ebene bis mäßig steile (0–29°), süd- bis westlich exponierte Hanglagen zwischen 1760 m und 2060 m Höhe. Die Böden sind tiefgründige (ca. 100 cm) Braunerden mit bis zu 4 cm dicker Moderschicht. Die pH-Werte des A-Horizonts schwanken zwischen 3,6 und 4,3 und die des B-Horizonts zwischen 4,3 und 4,8. Pro Aufnahmefläche können zwischen 36 und 56 (durchschnittlich 48) Pflanzenarten bzw. Kryptogamen nachgewiesen werden.

Die Gesellschaft entspricht weitgehend den von AICHINGER (1956) und WAGNER (1965) beschriebenen *Calluna*-Heiden. Ähnlichkeiten bestehen auch zum *Junipero-Arctostaphyletum uva-ursi* Br.-Bl. ex Haffter in Br.-Bl. et al. 1939, das von BRAUN-BLANQUET (1950) und SCHITTENGRUBER (1961) beschrieben wurde, mit der Ausnahme, dass *Arctostaphylos uva-ursi* im Untersuchungsgebiet von sehr geringer Bedeutung ist.

4.1.4. CARICETEA CURVULAE Br.-Bl. 1948

4.1.4.1. *Sieversio-Nardetum strictae* Lüdi 1948 (Tab. 1, Nr. 5)

In diesen Rasen sind typische Vertreter des *Sieversio-Nardetum strictae*, wie zum Beispiel *Gentiana acaulis*, *Avenula versicolor*, *Leontodon helveticus*, *Potentilla aurea*, *Pseudorchis albidula*, *Campanula barbata*, *Geum montanum*, *Nardus stricta* und *Carex sempervirens* regelmäßig anzutreffen. Zwergsträucher wie *Calluna vulgaris* sind zwar sehr stark vertreten, sie bleiben jedoch durch die Mahd niedrigwüchsig und breiten sich nur in Bodennähe aus. *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten wie *Festuca rubra* agg., *Trollius europaeus*, *Lotus corniculatus* und *Trifolium pratense* treten ebenso auf wie Arten der Kalkmagerwiesen (z.B. *Galium anisophyllum*, *Thesium alpinum*). Die Palette von Arten verschiedenster Klassen-Herkunft wird durch etliche Thermophile der Trocken- und Halbtrockenrasen wie *Prunella grandiflora* und *Helianthemum ovatum* ergänzt.

Das *Sieversio-Nardetum strictae* des Valsertals ist zwischen 1600 und 1780 m ausgebildet und wird noch in der traditionellen Weise alle zwei Jahre gemäht. Die Bodenprofile zeigen Braunerden von ca. 70 cm Mächtigkeit mit einem Grobmoder- bzw. L-Mull-Auflagehorizont von einigen wenigen Zentimetern Dicke. Der A-Horizont reicht bis 14 cm tief, ist mittel bis stark durchwurzelt und im Vergleich zum B-Horizont (pH 4,4) merklich saurer (pH 3,8–4,0). Es finden sich zwischen 50 und 68 Arten (durchschnittlich 58) pro Aufnahmefläche, wodurch das *Sieversio-Nardetum strictae* die artenreichste Gesellschaft des Untersuchungsgebietes ist.

Die Bestände entsprechen sehr gut der Erstbeschreibung des *Sieversio-Nardetum strictae* Lüdi 1948. Allerdings haben im Untersuchungsgebiet Zwergsträucher, allen voran *Calluna vulgaris* und *Cladonia*-Arten eine größere Bedeutung und sind hier mit Beschreibungen von BRUNNER (1999) aus dem benachbarten Obernbergtal und HARTL (1963) gut vergleichbar.

4.1.4.2. *Nardus stricta*-*Juncus trifidus*-Gesellschaft (Tab. 1, Nr. 7)

In den Hochlagen zwischen 2200 und 2300 m Seehöhe wird der Rasen kurzwüchsig und lückig. *Nardus stricta* dominiert die Bestände, erreicht jedoch nur vereinzelt mehr als 25% der Gesamtdeckung. Abgesehen von *Juncus trifidus* sind *Anthoxanthum alpinum*, *Festuca nigricans* und *Carex sempervirens* von Bedeutung, während Zwergsträucher zurücktreten. Als regelmäßig anzutreffende Kräuter sind nur die typischen Vertreter der Bürstlingsrasen wie *Leontodon helveticus*, *Campanula barbata* und *Pulsatilla alpina* ssp. *apifolia* zu nennen.

Die Bestände bevorzugen mäßig steile (19–33°) geneigte südlich exponierte Hanglagen. Die flach- bis mittelgründigen Braunerden haben eine Mull-Moderauflage und weisen im Oberboden pH-Werte zwischen 3,7 und 4,3 auf. Die Flächen liegen brach, wurden aber bis in die 60er Jahre des 20. Jahrhunderts von den Bauern des benachbarten Schmirntales gemäht oder als Weide genutzt. Pro Aufnahmefläche finden sich zwischen 32 und 46 verschiedene Arten (durchschnittlich 40).

Die Gesellschaft zeigt Ähnlichkeiten zu den von WAGNER (1965) und SCHITTEN-GRUBER (1961) als *Juncetum trifidi* beschriebenen Beständen, unterscheidet sich aber durch den geringeren Anteil an Arten der Krummseggenrasen.

4.1.4.3. *Caricetum curvulae* Br.-Bl. 1948 (Tab. 1, Nr. 8)

In den höchsten Hanglagen zwischen 2320 und 2440 m übernimmt *Carex curvula* die Vorherrschaft, begleitet von den Rentierflechten *Cladonia arbuscula* und *C. rangiferina*. *Oreochloa disticha*, *Veronica bellidioides* und *Phyteuma hemisphaericum* sind regelmäßig anzutreffen. Vereinzelt treten *Primula minima* und *P. glutinosa* auf, sowie Vertreter der Schneetälchen, vor allem *Salix herbacea* und *S. retusa*. Früher wurden diese Krummseggenrasen beweidet, heute allerdings nur mehr von Gämsen. Der Krummseggenrasen besiedelt hier in süd- bis westexponierter, 17–24° geneigter Hanglage podsolige Braunerden mit einem halben Meter Mächtigkeit und mit einer 1 cm dicken Modermullschicht. Die pH-Werte des Oberbodens liegen zwischen 3,6 und 4,3. Es konnten zwischen 26 und 41 Arten pro Aufnahmefläche (durchschnittlich 32) gezählt werden.

Die geringe Bedeutung der Arten der Bürstlingsrasen rechtfertigt die Ansprache als *Caricetum curvulae* im Sinne vom BRAUN-BLANQUET (1926). Im vereinzelt Vorkommen von *Nardus stricta* und regelmäßigen Auftreten von *Juncus trifidus* besteht Ähnlichkeit zu dem von HEISELMAYER (1982) als Ausbildung mit *Nardus stricta* beschriebenen *Caricetum curvulae*.

4.1.5. *Alnus alnobetula*-Gesellschaft (Tab. 1, Nr. 9)

Die Grünerle kann hier 0,75–4 m hoch werden und zwischen 75 und 95% Deckung erreichen. *Picea abies*, *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia* und *Larix decidua* bereichern die Strauchschicht. Im Unterwuchs herrschen meistens *Vaccinium myrtillus* und *Avenella flexuosa* deutlich vor, wobei entweder die Grasartigen oder die Zwergsträucher zur Dominanz gelangen. Nur manchmal treten Hochstauden wie *Chaerophyllum villarsii* und Farne wie z.B. *Dryopteris carthusiana* und *Polystichum lonchitis* merklich in Erscheinung.

Die Grünerlengebüsche sind zwischen 1630 und 1970 m Seehöhe ausgebildet und fast ausnahmslos in westliche Richtung exponiert. Sie stocken auf podsoligen Braunerden oder auf Kolluvisol. Der Oberboden unter der ungefähr 4 cm mächtigen Moderauflage ist stark versauert (pH 2,9–4,0). Die Artenzahl liegt zwischen 19 und 48 pro Aufnahmefläche (im Durchschnitt 32).

Es konnten Ausbildungen mit *Picea abies* (Tab. 1, Nr. 9.1), mit *Maianthemum bifolium* (Tab. 1, Nr. 9.2) und mit *Sorbus aucuparia* (Tab. 1, Nr. 9.3) unterschieden werden, wobei es sich bei jener mit *Sorbus aucuparia* um ursprüngliche Grünerlengebüsche in schwer zugänglichem Gelände handeln dürfte, während die beiden anderen ein Sukzessionsstadium aus aufgelassenen Bergmähdern darstellen. Da Arten der Klasse *Caricetum curvulae* bzw. des *Nardion strictae* deutlich gegenüber Arten der Klasse *Mulgedio-Aconitetea* überwiegen, wird von der Zuordnung zum *Alnetum viridis* Br.-Bl. 1918 Abstand genommen.

4.2. Einfluss der Umweltparameter auf die Vegetation

Die Ordination aller Aufnahmen zeigt eine Gradientenlänge von 5,26 SD (1. DCA-Achse), sodass die Verwendung eines unimodalen Modell geeignet erscheint. Der Vergleich der indirekten Ordination (CA) mit der direkten Ordination (CCA) lässt erkennen, dass die eingesetzten Umweltvariablen die wesentliche Variabilität im Datensatz erklären: 1. CA-Achse/ 1. CCA-Achse: 91%, 2. CA-Achse/ 2. CCA-Achse: 83%.

Die CCA aller Aufnahmen (Abb. 2) zeigt, dass entlang der ersten Achse eine Auftrennung nach dem pH-Wert und der Meereshöhe erfolgt. Mit der 1. CCA-Achse korreliert am besten der pH-Wert und stellt daher den bedeutsamsten Umweltparameter dar (Tab. 2). Entlang des pH-Gradienten erfolgt eine Auftrennung in die Gesellschaften der *Seslerietea albicantis* bei höherem und die der *Caricetea curvulae* und *Loiseleurio-Vaccinietae* bei niedrigem pH-Wert (Abb. 2). Außerdem ist der pH-Gradient der entscheidende Faktor für die Differenzierung der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* (höherer pH) von jener mit *Nardus stricta* (niedrigerer pH). Der zweitwichtigste Parameter ist die Meereshöhe, welche negativ mit der 1. CCA-Achse korreliert ist (Tab. 2). Erst an dritter Stelle folgt der Faktor Bewirtschaftungsintensität. Der Düngeeinfluss korreliert am besten mit der 2. CCA-Achse (Tab. 2) entlang welcher eine Auftrennung des *Geranio lividi-Trisetetum flavescens* erfolgt. Allgemein auffällig ist, dass die Meereshöhe und die Bewirtschaftungsintensität negativ zueinander korreliert sind (Abb. 2, Tab. 2). Auch die direkte

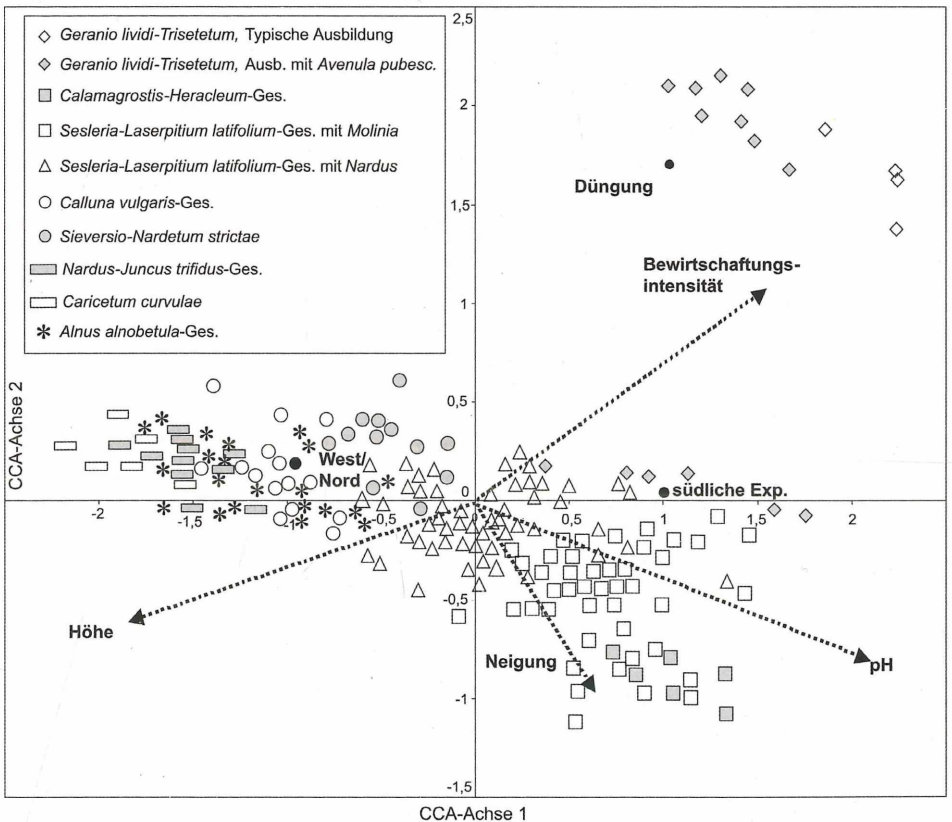


Abb.2: CCA aller Aufnahmen des Untersuchungsgebietes. Die numerischen Parameter sind durch Pfeile, die nominalen durch Punkte (●) dargestellt. Die Zuordnung der Aufnahmen zu den einzelnen Gesellschaften bzw. Assoziationen entspricht der TWINSPLAN-Klassifikation.

Tab.2: Korrelationskoeffizienten der signifikanten Umweltparameter der CCA aller Aufnahmen. Siehe auch Abb. 2.

Umweltparameter	Korrelationskoeffizient	Korrelationskoeffizient
	CCA-Achse 1	CCA-Achse 2
pH	0,80	-0,32
Meereshöhe	-0,70	-0,25
Bewirtschaftungsintensität	0,59	0,44
Düngung	0,40	0,71
südliche Exposition	0,41	0,18
West/Nord-Exposition	0,39	0,07
Neigung	0,24	-0,39
freie Carbonate	0,27	-0,31

Ordinationen der Teildatensätze der einzelnen Gesellschaften ließ erkennen, dass die Bewirtschaftungsintensität gegenüber den Faktoren Meereshöhe und pH-Wert eher einen untergeordneten Einfluss ausübt.

4.3. Bewirtschaftungseinfluss – Veränderungen in Brachen

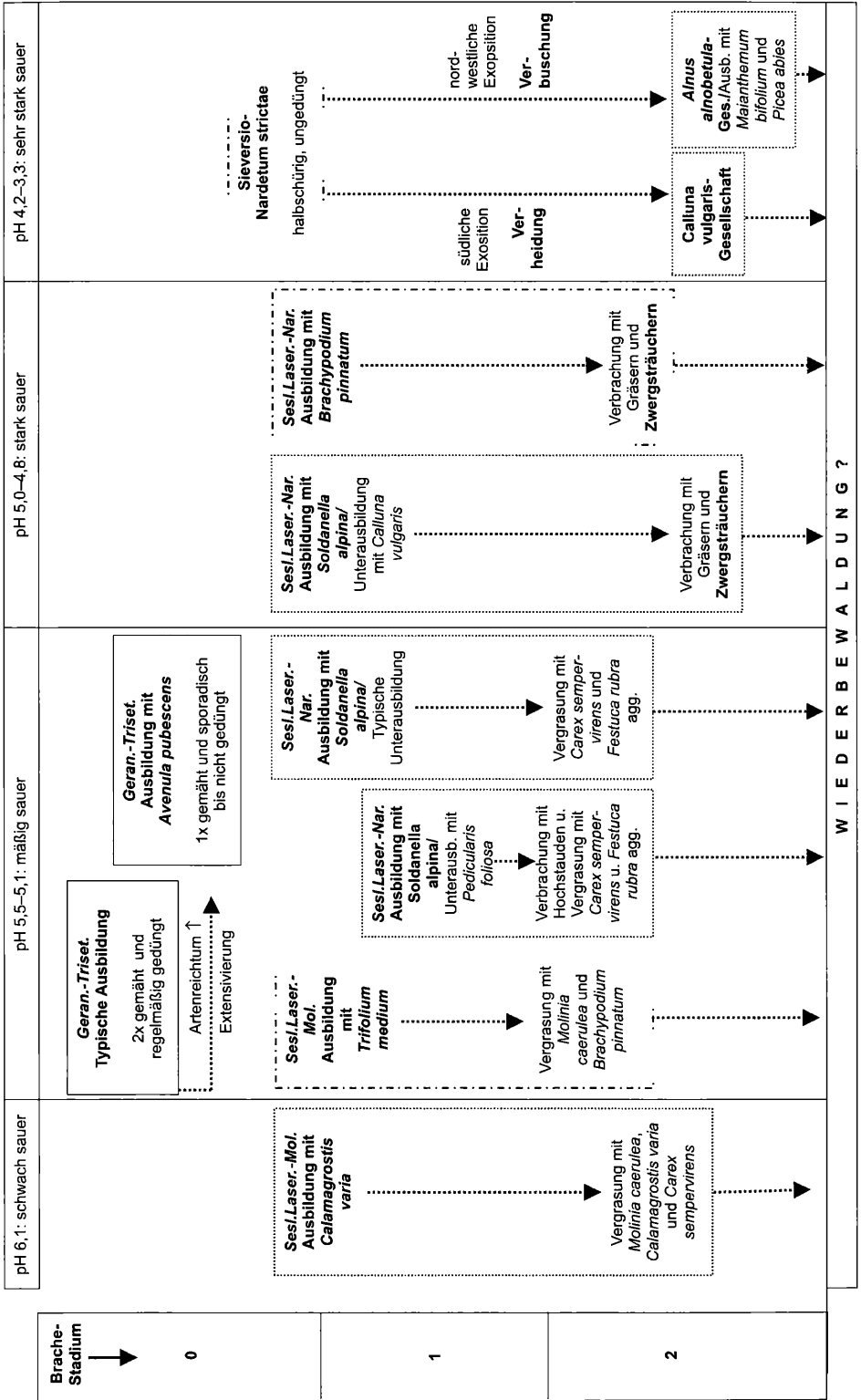
Entsprechend der generellen Entwicklung in den Alpen ging auch im Valsertal die **traditionelle Bewirtschaftung** der Bergmäher durch halbschürige Mahd deutlich zurück, indem ein Großteil der Mäher in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts aufgelassen worden ist. Bis dahin wurde das Heu der Bergmäher dringend zur Fütterung des Viehs benötigt, denn in den Tallagen wurde Roggen, Gerste und Hafer angebaut (mündliche Auskunft). Die Mäher wurden unter hohem personellen Einsatz mit Sensen gemäht, wozu die Landwirte die Sommermonate weitab von den Heimgütern auf den Mähdern verbrachten (mündliche Auskunft). Mit dem verstärkten Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen in den 70er Jahren wurden die Äcker in den Tallagen in Grünland umgewandelt und mit dem zunehmenden Mangel an Arbeitskräften die Bergmäher großteils aufgegeben (mündliche Auskunft).

Die Befragung der Bauern des Valsertals zeigt, dass von den 190 aufgenommenen Beständen bereits 68 zwischen 15 und 40 Jahre brachliegen, 59 seit weniger als 15 Jahren nicht mehr bewirtschaftet und 40 noch halbschürig genutzt werden. Die Wiesen in den Unterhanglagen des Talbodens werden ein- bis zwei Mal im Jahr gemäht und teilweise mit Stallmist gedüngt.

Die CCA-Analyse zeigt zwar, dass dem Einfluss der unterschiedlichen Bewirtschaftungsweise für die Differenzierung der Gesellschaften eher eine nachrangige Bedeutung zukommt, es konnten aber innerhalb der Gesellschaften folgende **Sukzessions-Trends** festgestellt werden (Abb. 3): Im *Geranio lividi-Trisetetum* nehmen die *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten bei Extensivierung von zweimaliger Mahd mit regelmäßiger Düngung zu einmaliger Mahd mit sporadischer bzw. fehlender Düngung ab, während Arten der Trocken- und Halbrocken-

► Abb. 3: Die Sukzessionstrends im Valsertal und ihre mögliche Weiterentwicklung.

Brachestadien: 0 = aktuell bewirtschaftet, 1 = junge Brache (<15 Jahre), 2 = alte Brache (>15 Jahre). Der Gradient der durchschnittlichen pH-Werte ist von links nach rechts vom schwach bis sehr stark saurem Niveau aufgetragen. Der vermutete Sukzessionsverlauf ist durch die strichlierten Pfeile dargestellt. Die bevorzugte Höhenlage der Gesellschaften ist durch die Art der Umrandung der Kästchen angedeutet: Linie = <1500 m, Strich-Punkte = 1500–1750 m, Punkte = 1750–2000 m. Die Abkürzungen in den Kästchen stehen für folgende Gesellschaften: Geran.-Triset. = *Geranio lividi-Trisetetum flavescens*, Sosl. Laser.-Mol. = *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Ges. mit *Molinia caerulea*, Sosl.Laser.-Nar. = *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Ges. mit *Nardus stricta*.



Tab. 3: Gegenüberstellung der jeweiligen Bewirtschaftungsweisen der Goldhafer- und Kalkmagerwiesen, sowie der acidophilen Gesellschaften (*Sieversio-Nardetum strictae* und *Calluna vulgaris*-Gesellschaft).

	2x gemäht, jährliche Düngung	1x gemäht, z.T. sporadische Düngung	alle 2 Jahre gemäht, ungedüngt	junge Brache	alte Brache
<i>Geranio lividi- Trisetetum flavescens</i>					
Anzahl der Aufnahmen	11	5	5	0	0
Artenzahl	37,1 ± 6,6	49,2 ± 3,7	46,0 ± 8,1	–	–
Meereshöhe	1350 ± 18	1360 ± 10	1530 ± 74	–	–
pH-Wert des Bodens	5,6 ± 0,7	5,6 ± 0,5	5,1 ± 0,4	–	–
Lebensformen					
Phaneropyhten	0,0%	0,1%	0,1%	–	–
Chamaephyten	2,6%	2,2%	4,9%	–	–
Hemikryptophyten	94,8%	96,6%	93,1%	–	–
Geophyten	0,4%	0,4%	0,7%	–	–
Therophyten	2,1%	0,8%	1,2%	–	–
Zeigerwerte					
Lichtzahl	7,2	7,3	7,1	–	–
Temperaturzahl	4,2	4,1	4,0	–	–
Kontinentalitätszahl	3,5	3,6	3,6	–	–
Feuchtezahl	4,9	4,5	3,8	–	–
Reaktionszahl	6,2	6,3	5,8	–	–
Stickstoffzahl	4,6	3,8	3,8	–	–
<i>Sesleria albicans-Laserpitium latifolium-Ges. mit Molinia</i>					
Anzahl der Aufnahmen	0	0	10	21	13
Artenzahl	–	–	52,1 ± 7,5	45,7 ± 6,9	41,8 ± 6,7
Meereshöhe	–	–	1590 ± 139	1710 ± 74	1880 ± 110
pH-Wert des Bodens	–	–	6,1 ± 0,4	5,5 ± 0,4	6,1 ± 0,5
Lebensformen					
Phaneropyhten	–	–	0,1%	0,7%	0,6%
Chamaephyten	–	–	4,4%	5,1%	6,2%
Hemikryptophyten	–	–	93,7%	92,6%	90,2%
Geophyten	–	–	1,0%	0,6%	1,2%
Therophyten	–	–	0,9%	1,0%	1,8%
Zeigerwerte					
Lichtzahl	–	–	7,3	7,2	7,3
Temperaturzahl	–	–	3,7	3,8	3,6
Kontinentalitätszahl	–	–	3,7	3,7	3,6
Feuchtezahl	–	–	4,4	4,5	4,3
Reaktionszahl	–	–	7,0	6,8	6,9
Stickstoffzahl	–	–	3,2	3,0	2,7
<i>Sesleria albicans-Laserpitium latifolium-Ges. mit Nardus</i>					
Anzahl der Aufnahmen	0	0	17	27	10
Artenzahl	–	–	56,7 ± 7,6	54,6 ± 7,0	54,6 ± 6,6
Meereshöhe	–	–	1540 ± 109	1810 ± 137	1932 ± 113
pH-Wert des Bodens	–	–	4,8 ± 0,4	5,0 ± 0,4	4,9 ± 0,3
Lebensformen					
Phaneropyhten	–	–	0,8%	0,5%	1,1%
Chamaephyten	–	–	13,6%	13,3%	18,4%
Hemikryptophyten	–	–	83,2%	82,2%	76,6%
Geophyten	–	–	1,5%	0,6%	0,8%
Therophyten	–	–	0,9%	3,3%	2,9%
Zeigerwerte					
Lichtzahl	–	–	7,1	7,2	7,3
Temperaturzahl	–	–	3,7	3,3	3,2
Kontinentalitätszahl	–	–	3,6	3,6	3,6
Feuchtezahl	–	–	4,4	4,8	4,6
Reaktionszahl	–	–	5,7	5,6	5,6
Stickstoffzahl	–	–	3,0	2,9	2,6
<i>Sieversio-Nardetum strictae</i>					
Anzahl der Aufnahmen	0	0	11	0	0
Artenzahl	–	–	58,1 ± 6,4	–	–
Meereshöhe	–	–	1650 ± 31	–	–
pH-Wert des Bodens	–	–	4,2 ± 0,1	–	–

	2x gemäht, jährliche Düngung	1x gemäht, z.T. sporadische Düngung	alle 2 Jahre gemäht, ungedüngt	junge Brache	alte Brache
Lebensformen					
Phaneropyhten	–	–	3,0%	–	–
Chamaephyten	–	–	33,5%	–	–
Hemikryptophyten	–	–	52,3%	–	–
Geophyten	–	–	0,8%	–	–
Therophyten	–	–	1,1%	–	–
Erbewohner	–	–	9,3%	–	–
Zeigerwerte					
Lichtzahl	–	–	7,0	–	–
Temperaturzahl	–	–	3,3	–	–
Kontinentalitätszahl	–	–	3,9	–	–
Feuchtezahl	–	–	4,7	–	–
Reaktionszahl	–	–	4,5	–	–
Stickstoffzahl	–	–	2,4	–	–
Calluna vulgaris-Gesellschaft					
Anzahl der Aufnahmen	0	0	0	0	16
Artenzahl	–	–	–	–	47,8 ± 5,4
Meereshöhe	–	–	–	–	1880 ± 98
pH-Wert des Bodens	–	–	–	–	3,9 ± 0,3
Lebensformen					
Phaneropyhten	–	–	–	–	2,7%
Chamaephyten	–	–	–	–	57,4%
Hemikryptophyten	–	–	–	–	35,6%
Geophyten	–	–	–	–	0,5%
Therophyten	–	–	–	–	1,0%
Flechten	–	–	–	–	2,8%
Zeigerwerte					
Lichtzahl	–	–	–	–	7,0
Temperaturzahl	–	–	–	–	3,0
Kontinentalitätszahl	–	–	–	–	3,8
Feuchtezahl	–	–	–	–	4,8
Reaktionszahl	–	–	–	–	4,0
Stickstoffzahl	–	–	–	–	2,4

rasen wie *Bromus erectus* und *Festuca rupicola* zunehmen. In der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* über Böden mit pH-Werten zwischen 5,5 und 6,5 nehmen in Lagen bis ca. 1650 m Meereshöhe *Brachypodium pinnatum* und *Molinia caerulea* (Ausbildung mit *Trifolium medium*) zu, in Lagen bis 1800 m *Molinia caerulea* und *Calamagrostis varia* und in Lagen über etwa 1800 m *Carex sempervirens* (Ausbildung mit *Calamagrostis varia*). Zwergsträucher spielen hingegen kaum eine Rolle. In der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta* nehmen über Böden mit pH-Werten zwischen 5,0 und 5,5 (Typische Unterausbildung und Unterausbildung mit *Pedicularis foliosa* der Ausbildung mit *Soldanella alpina*) *Festuca rubra* agg. und *Carex sempervirens* im Zuge der Verbrachung zu. Unter den feuchteren Standortsbedingungen der Unterausbildung mit *Pedicularis foliosa* gewinnen auch Hochstauden an Bedeutung. Über Böden mit pH-Werten zwischen ca. 4,5 und 5,0, wie in der Unterausbildung mit *Calluna vulgaris* (Ausbildung mit *Soldanella alpina*) und der Ausbildung mit *Brachypodium pinnatum* vorherrschend, nehmen außer den Grasartigen auch die Zwergsträucher, allen voran *Calluna vulgaris*, zu. Über Böden mit pH-Werten zwischen 3,5 bis 4,0 stellen die *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in südexponierten und die *Alnus alnobetula*-Gesellschaft in feuchten nordwestexponierten Lagen Verbrachungsstadien des *Sieversio-Nardetum strictae* dar. Hier kommt es im ersten Fall zu einer Zunahme von *Calluna vulgaris* und im zweiten zu einer Dominanz von *Alnus alnobetula*.

Artenzahl: Innerhalb des *Geranio lividi-Trisetetum flavescens* nimmt die Artenzahl von den 2-schürigen zu den einschürigen, gelegentlich gedüngten Wiesen von 37,1 auf 49,2 Arten zu (Tab. 3). Halbschürige, ungedüngte Wiesen weisen im Schnitt nur 46 Arten auf. In der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium* Gesellschaft mit *Molinia caerulea* nimmt die Artenzahl von den halbschürig bewirtschafteten Flächen mit 52,1 Arten zu den 40 Jahre alten Brachen auf 41,8 Arten ab (Tab. 3). In der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium* Gesell-

schaft mit *Nardus stricta* ist der mit dem Brachfallen einhergehende Artenrückgang nicht so deutlich ausgeprägt. Die halbschürigen Mähder haben im Schnitt 56,7, die alten Brache noch immer 54,6 Arten (Tab. 3). Der Vergleich der Artenzahl des *Sieversio-Nardetum strictae* mit halbschüriger Bewirtschaftung und der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft, die das ungefähr 40-jährige Brachestadium der Bürstlingsrasen darstellt, zeigt, dass auch hier eine deutliche Artenabnahme von 58,1 Arten auf 47,8 Arten stattfindet (Tab. 3).

Lebensformen: Eine deutliche Veränderung des Verhältnisses Hemikryptophyten zu Chamaephyten und Phanerophyten bei Brachfallen konnte nur im Vergleich des *Sieversio-Nardetum strictae* und der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft erkannt werden (Tab. 3). Von der ersten zur letzten nehmen die Chamaephyten von 33,5% auf 57,4% auf Kosten der Hemikryptophyten zu, deren Anteil von 52,3 auf 35,6% sinkt. Bei der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta* ist eine ähnliche Tendenz in abgeschwächter Form erkennbar, der Anteil der Chamaephyten nimmt von den halbschürigen zu den ungefähr 40 Jahre alten Brachen von 13,6% auf 18,4% zu, während die Hemikryptophyten von 83,2% auf 76,6% abnehmen (Tab. 3). Innerhalb der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* konnte diese Veränderung nicht beobachtet werden (Tab. 3).

Zeigerwerte: In den Zeigerwertspektren unterscheiden sich die einzelnen Brachestadien nur geringfügig bezüglich Stickstoffzahl und Reaktionszahl. Erwartungsgemäß nimmt innerhalb des *Geranio lividi-Trisetetum flavescens* die Stickstoffzahl von den zweischürigen, regelmäßig gedüngten Wiesen zu den einschürigen, unregelmäßig gedüngten Wiesen ab und zwar von 4,6 auf 3,8 (Tab. 3). Auch innerhalb der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaften nimmt die Stickstoffzahl von den halbschürigen Mähdern zu den Brachen ab, im Falle der Gesellschaft mit *Molinia caerulea* von 3,2 zu 2,7 und in der Gesellschaft mit *Nardus stricta* von 3,0 auf 2,6 (Tab. 3). Der Vergleich des *Sieversio-Nardetum strictae* mit der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft lässt keinen deutlichen Unterschied erkennen (Tab. 3). Die Reaktionszahl nimmt innerhalb des *Geranio lividi-Trisetetum flavescens* von 6,2 in den 2-schürigen Wiesen zu 5,8 in den halbschürigen Wiesen ab. Eine ähnliche Abnahme der Reaktionszahl ist auch im Vergleich des *Sieversio-Nardetum strictae* (4,5) und der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft (4,0) erkennbar (Tab. 3).

5. Diskussion

Heterogene Umwelteinflüsse, insbesondere das vorherrschende Kalk-Silikat-Mischgestein, aber auch die anthropogene Überprägung sind die Ursache für das unmittelbare Nebeneinander von Arten der Kalk- und Silikatmagerrasen und Vertretern der *Molinio-Arrhenatheretea*. Die südexponierten steilen Standorte begünstigen Wärmezeiger und Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen, die hier in relativ großer Zahl auftreten. Alle diese Elemente bereichern zwar die vielfältige Artengarnitur im Valsertal, erschweren aber die Zuordnung zu bestehenden Assoziationen, sodass meist nur Gesellschaften ausgewiesen wurden. Die geringe Ausdehnung des Untersuchungsgebietes ließ von der Aufstellung neuer Assoziationen Abstand nehmen. Die beschriebenen Gesellschaften stellen einen kontinuierlichen Übergang entlang des pH-Gradienten dar, der am deutlichsten in der Reihe *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea*, *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta*, *Sieversio-Nardetum strictae* erkennbar ist. Die höchsten pH-Werte sind allerdings in der *Calamagrostis varia-Heracleum sphondylium*-Gesellschaft zu finden, doch sind für diese Bestände auch abweichende Faktoren wie erhöhte Bodenfeuchtigkeit und Materialeintrag ausschlaggebend. Ähnliches gilt für das *Caricetum curvulae*: Es repräsentiert Bestände mit sehr niedrigem pH-Wert, ist aber gleichzeitig die Gesellschaft der Hochlagen. Die *Calluna vulgaris*- und die *Alnus alnobetula*-Gesellschaft sind Brachestadien während das *Geranio lividi-Trisetetum flavescens* durch den Bewirtschaftungseinfluss deutlich geprägte Wiesen der talnahen Lagen darstellt.

Die Vegetation von Bergmähdern ist bekannt für das Nebeneinander von Kalk- und Silikatpflanzen (LÖHR 1954, WAGNER 1965, GANDER 1984, ZUMBÜHL 1983, ISDA 1986, KREISCH 2001, GRABNER & HEISELMAYER 2002). Die Besonderheit im Valsertal ist

jedoch das Ausmaß, in welchem sich diese auf engstem Raum mischen. Diese Mischung ist deutlich im Nebeneinander von *Nardus stricta* und *Sesleria albicans* zu sehen, welche in der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta* (pH-Werte zw. 4,5 und 5,5) auf engstem Raum (5×5 cm) nebeneinander gedeihen. Sie kommen hier mit ähnlichen Deckungswerten vor und erreichen in der Gesellschaft vergleichbare Stetigkeit. Aber auch in den Bürstlingsrasen und der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft über Böden mit pH-Werten zwischen 4,2 bzw. 3,9 mischen sich Kalkpflanzen in die Bestände. Umgekehrt fehlen aber die meisten der typischen Arten der Bürstlingsrasen in den neutralen bis mäßig sauren Kalkmagerwiesen, wie der *Calamagrostis varia-Heraclium sphondylium*-Gesellschaft und der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* weitgehend. Dieses Phänomen findet seine Erklärung eventuell in den Ergebnissen der Untersuchungen von GIGON (1971), denen zufolge Arten der Kalkmagerrasen zwar auf karbonatfreien Böden trotz des Überschusses von Kalium, Ammonium und Natrium (BOHNER 2002) gedeihen könnten, meist aber der Konkurrenzkraft der Silikatarten unterliegen. Für viele typische Arten der Bürstlingsrasen ist es aber physiologisch wegen des Ionenmilieus, insbesondere dem Überschuss an Calcium-Ionen und dem relativen Mangel an Kalium und Magnesium (BOHNER 2002), schwer möglich auf Karbonatböden zu wachsen. Kalkliebende Pflanzen dürften an thermisch begünstigten Standorten, wie es die südexponierten Hänge des Valsertales darstellen, gegenüber acido-toleranten Pflanzen konkurrenzkräftiger sein, sodass sie auch vermehrt auf Böden mit niedrigen pH-Werten gedeihen, wie auch schon ZUMBÜHL (1983) beobachtete.

Im Untersuchungsgebiet können in brachgefallenen Mähdern unterschiedliche Veränderungen beobachtet werden: Es kann zu einer Dominanz von Gräsern (= Vergrasung), Zwergsträuchern (= Verheidung) oder Grünerlen (= Verbuschung) kommen. Hochstauden gewinnen nur in Rinnen und im Hangfußbereich, wo sich genügend Feuchtigkeit sammelt, an Bedeutung. Die Art und Weise dieser Entwicklung ist hier eng mit dem pH-Wert des Bodens verbunden. So werden in schwach bis mäßig bodensauren Kalkmagerwiesen (pH-Werte von ca. 5–6), wie in der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea*, ausschließlich horst- oder ausläuferbildende Gräser dominant. In den tieferen Lagen bis etwa 1800 m vergrasen die Bestände sehr stark mit *Molinia caerulea*, die auch von *Brachypodium pinnatum* und *Calamagrostis varia* begleitet werden kann. Mit zunehmender Höhe wird die Rolle von *Molinia caerulea* und *Brachypodium pinnatum* von *Carex sempervirens* übernommen. Dass *Carex sempervirens* in brachgefallenen Mähdern an Bedeutung gewinnt, wurde bereits von GRABNER (1997), ENDER (1998), BRUNNER (1999) und STEINMAIR (1999) beobachtet. Unter niederschlagsreicheren Bedingungen wie an der Nordabdachung der Hohe Tauern ist auch das Einwandern von *Molinia caerulea* bekannt (GRABNER 1997), während in den Nordstaulagen der Kalkalpen diese Rolle von *Calamagrostis varia* übernommen wird (THIELE 1978). *Brachypodium pinnatum* breitet sich in tieferen Lagen (BOBBIK et al. 1987, SCHLAEPFER 1997) im Zuge von Verbrachungen aus, kann aber nach BISCHOF (1981) und BÄRLOCHER et al. (2000) in den Zentralalpen der Schweiz bis auf über 1500 m Meereshöhe Bestände dominieren.

Über stark sauren Böden mit pH-Werten zwischen 3,7 und 4,3, wie im *Sieversio-Nardetum strictae*, dringen Zwergsträucher, allen voran *Calluna vulgaris*, ein. Das Zuwachsen der Bergmähder bei Brachfall mit Zwergsträuchern ist ein bekanntes Phänomen (BISCHOF 1981, GRABNER 1997). Dafür kann ausschlaggebend sein, dass in sauren Böden Ammonium (NH₄⁺) die häufigere Stickstoffform ist, die Ericaceen, zu denen ja die einwandernden Zwergsträucher gehören, viel besser verwerten als krautige Pflanzen und Gräser (BITTERLICH 1998) und dadurch einen deutlichen Konkurrenzvorteil besitzen. Durch die Zunahme der Zwergsträucher ändert sich auch die anfallende Streu. Ericaceen produzieren schwer abbaubares organisches Material als Streu (BITTERLICH 1998), sodass es im Gegensatz zu den vergrasenden Bergmähdern, wo Mull die gängige Humusform darstellt, zur Ausbildung einer mächtigen Moderschicht kommt. Dies führt zu einer weiteren Versauerung der Böden und hier bereits ansatzweise die ersten Podsolierungserscheinungen der weitverbreiteten Braunerde zur Folge hat.

Die Verbrachung mit Grünerlen ist im Untersuchungsgebiet auf sehr stark saure Böden nord- bis westexponierter Lagen beschränkt. Dort ist mit einer dickeren und länger andauernden Schneebedeckung und feuchteren Standortsbedingungen zu rechnen, die von Grünerlen bevorzugt werden (ELLENBERG 1996, BAHN et al. 1994, KÖRNER & HILSCHER 1978). Die Dominanz von einigen wenigen Arten in den brachgefallenen Mähder ist bekanntlich mit einem Rückgang der Artenzahl verbunden (ZOLLER et al. 1984, SPATZ 1994). Dieser Trend ist in den stark mit Gräsern verbrachenden Mähdern, der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea*, aber auch in dem mit Zwergsträuchern verheideten *Sieversio-Nardetum strictae* beobachtbar, allerdings in der artenreichste Kalkmagerwiese des Untersuchungsgebietes, der *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Nardus stricta*, nicht. In dieser Gesellschaft erreichen sowohl Gräser als auch Zwergsträucher höhere Deckungswerte, das deutliche Vorherrschen einer Art auch in mindestens 40 Jahre alten Brachen ist jedoch nicht gegeben.

Im Untersuchungsgebiet kann eine dichte Streuschicht von *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* und *Carex sempervirens* beobachtet werden, die besonders für die *Sesleria albicans-Laserpitium latifolium*-Gesellschaft mit *Molinia caerulea* typisch ist, oder es kommt zur Ausbildung einer Moderschicht, wenn eine Verheidung mit Zwergsträuchern stattfindet. In diesen Auflageschichten sind die Nährstoffe gebunden (BITTERLICH 1998) und werden nur verzögert freigesetzt (ZOLLER et al. 1984, ZELLER et al. 2000), sodass dadurch eine Zunahme an Nährstoffzeigern verhindert wird. Gleichzeitig kommt es auch zu einer Bodenversauerung. So konnte in der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft, dem Brachestadium des *Sieversio-Nardetum strictae*, ein vergleichsweise niedrigerer pH-Wert festgestellt werden, der sich allerdings noch nicht in einer Zunahme an Säurezeigern in der Artenzusammensetzung niederschlägt.

Da die Waldgrenze im Gebiet nach MAYER (1974) bei ca. 2100 m anzunehmen ist, befinden sich mit Ausnahme des *Caricetum curvulae* und der *Nardus stricta-Juncus trifidus*-Gesellschaft alle Bergmähder im potentiellen Waldgebiet. Folglich sollte es im Laufe der Zeit zu einer Wiederbewaldung kommen. Baumjungwuchs von *Picea abies*, *Betula pendula* und *Larix decidua* konnte hauptsächlich im *Sieversio-Nardetum strictae* beobachtet werden, während in den Kalkmagerwiesen, der *Calluna vulgaris*- und der *Alnus alnobetula*-Gesellschaft nur sehr vereinzelt Keimlinge zu finden waren. Der geringe Baumjungwuchs im Untersuchungsgebiet ist vermutlich auf die steile, südexponierte Hanglage mit sehr trockenen Standortsbedingungen, wo es Baumkeimlinge generell schwer haben, sich zu etablieren (MAAG et al. 2001), zurückzuführen. Die in den Kalkmagerwiesen ausgebildete Streuschicht stellt ein besonders großes Hindernis für das Aufkommen von Jungbäumen dar (MAAG et al. 2001). Auch sind Zwergstrauchheiden sehr stabile Gesellschaften, wo der Prozess der Wiederbewaldung nur sehr zögerlich in Gang kommen kann. So sind nach ZOLLER et al. (1984) in dichten Zwergstrauchbeständen wie zum Beispiel in der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft-Heide Störungen wie sie durch das Umgraben durch Kleinsäuger oder durch Ameisen entstehen, notwendig, damit sich Bäume etablieren können (SCHÜTZ, M. et al. 2000, ACHERMANN, G. et al. 2000). Auch in vitalen dichten Grünerlenbeständen wie der Ausbildung mit *Maianthemum bifolium* ist das Aufkommen von Bäumen schwierig. Erst in sich auflichtenden alten Grünerlenbeständen wie der Ausbildung mit *Picea abies* können vermehrt *Picea abies* und *Sorbus aucuparia* aufkommen (SPATZ et al. 1994, BAHN 2001).

Im Valsertal wird die Vielfältigkeit der Vegetation nicht alleine durch das basisch-silikatische Mischgestein oder den Höhengradienten verursacht, sondern auch durch den Einfluss des Menschen, der sich hier im Nebeneinander verschieden alter Brachestadien und bewirtschafteter Flächen bemerkbar macht. Finanzielle Förderung ist hier notwendig, um gerade in einem Natura 2000-Gebiet die Bewirtschaftung der noch intakten Mähder, die hier die höchsten Artenzahlen aufweisen, aufrechtzuerhalten. Will man die Diversität des Gebietes erhalten, sollte man sich trotz der eher zögerlichen Wiederbewaldung überlegen, die Brachen in unregelmäßigen Abständen im Sinne von ZOLLER et al. (1984) wieder in traditioneller Weise zu mähen und pflegen.

Literatur

- ACHERMANN, G., SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O. & WILDI, O. (2000): Lägerfluren im Schweizerischen Nationalpark: Langfristige Entwicklung der Vegetation. – In: SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O. & EDWARDS, P.J. (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat.Park-Forschung Schweiz 89: 67–88.
- ADLER, W., OSWALD, K. & FISCHER R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 1180 S.
- AICHINGER, E. (1956): Die *Calluna*-Heiden (*Callunetum vulgaris*) und die *Erica carnea*-Heiden (*Eriacetum carnea*). – Angew. Pflanzensoz. 12 Springer, Wien: 128 S.
- BAHN, M. (2001): Effects of land-use changes on plants in mountain ecosystems. – PhD thesis, University of Innsbruck: 95 S.
- , CERNUSCA, A., INDRIST, M., KIRCHER, F. & TAPPEINER, U. (1994): Canopy structure and ecophysiology of different aged green alder (*Alnus viridis*). – Verh. Ges. für Ökologie 23: 19–21.
- BÄRLOCHER, A., SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O., GRÄMIGER, H. & SCHNELLER, J.J. (2000): Entwicklung der Artenvielfalt in monodominanten Kolonien der Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*) – ein Indikator für den Einfluss der Beweidung in subalpinem Grünland? – In: SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O. & EDWARDS, P.J. (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat.Park-Forschung Schweiz 89: 89–105.
- BISCHOF, N. (1981): Gemähte Magerrasen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. – Bauhinia 7: 81–128 Basel.
- (1984): Pflanzensoziologische Untersuchungen von Sukzessionen aus gemähten Magerrasen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 60: 1–127.
- BITTERLICH, W. (1998): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftung auf Boden und Vegetation am Beispiel der Kaserstattalm/Neustift im Stubaital. – Dissertation, Universität Innsbruck: 235 S.
- BOBBIK, R., DURING, H.J., SCHREURS, J., WILLEMS, J. & ZIELMAN, R. (1987): Effects of selective clipping and mowing time on species diversity in chalk grassland. – Folia Geobot. and Phytotaxa 22: 363–376. Prag.
- BOHNER, A. (2002): Warum können Silikat-Magerrasen in den Kalkalpen vorkommen? – Ber. 10. Öster. Botanikertreffen. Bundesanstalt für alpenländ. Landw. Gumpenstein: 1–5.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1950): Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätians (IV). – Vegetatio 2: 20–37.
- (1964): Pflanzensoziologie. – Springer Verlag, Wien: 865 S.
- (1969): Die Pflanzengesellschaften der Rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung. I. Teil. – Bischofsberger, Chur.
- & JENNY, H. (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. – Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. 63: 183–349. Zürich.
- BRUNNER, B. (1999): Die Vegetation von Bergmähdern im Landschaftsschutzgebiet Nösslachjoch-Obernbergersee-Tribulaune. – Diplomarbeit, Universität Innsbruck: 142 S.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 685 S.
- EGGENSBERGER, P. (1994): Die Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe der Ammergauer Alpen und ihre Stellung in den Ostalpen. – Ber. Bayer. Bot. Ges., Beiheft 8: 1–239 München.
- ENDER, M. (1998): Vegetation von gemähten Bergwiesen (Bergmähdern) und deren Sukzession nach Auffassung der Mahd am Hochtannberg. – Vorarlberger Naturschau 4: 169–248.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 1090 S.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. Bd. 1. – Wagner, Innsbruck: 454 S.
- GANDER, M. (1984): Die alpine Vegetation des Hinteren Defereggentales (Osttirol). – Diplomarbeit, Universität Innsbruck: 155 S.
- GASSER, A. (1982): Grünland-Gesellschaften des inneren Vallertales und ihre Bewirtschaftung. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- GIGON, A. (1971): Vergleich alpiner Rasen auf Silikat- und Karbonatboden. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Rübel 48: 1–159. Zürich.
- GRABNER, S. (1997): Die Bergmähdern des Nationalparks Hohe Tauern in Salzburg. – Bericht über die 2. Pflanzensoziologische Tagung „Pflanzengesellschaften im Alpenraum und ihre Bedeutung für die Bewirtschaftung“, BAL-Gumpenstein, 2.–3. September 1997: 109–116.
- & HEISELMEYER, P. (2002): Diversity of mountain meadows in the inner alpine valley Virgental/Eastern Tyrol. Razprave IV. – Razreda Sazu: 167–184. Ljubljana.
- GRABHERR, G., MUCINA, L. & ELLMAUER, T. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil I und II. – Gustav Fischer, Jena: 580 + 520 S.

- GREIMLER, J. (1997): Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). – Mitt. Bot. Landesmus. Johanneum Graz 25/26: 228 S.
- HARTL, H. (1963): Die Vegetation des Eisenhutes im Kärntner Nockgebiet. – Carinthia II, Naturwissenschaftliche Beiträge zur Heimatkunde Kärntens 73.: 293–336. Klagenfurt.
- HEISELMAYER, P. (1982): Die Pflanzengesellschaften des Tappenkars (Radstädter Tauern). – Stapfia 10: 161–202. Linz.
- HILL, M.O. (1979): TWINSPAN – A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes. – Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH (1962–2001): Hydrographische Jahrbücher von Österreich 1961–1998. – Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wirtschaft, Wien.
- ISDA, M. (1986): Zur Soziologie und Ökologie der *Festuca norica*-Hochgraswiesen der Ostalpen. – Saueria 1: 239–255.
- KLEBELSBERG, R. (1935): Geologie von Tirol. – Gebrüder Borntraeger, Berlin: 872 S.
- KNAPP, G. & KNAPP, R. (1953): Über anthropogene Pflanzengesellschaften im mittleren Tirol. – Ber. Deutsch. Bot. Ges., 66 (10): 393–408.
- KÖRNER, C. & HILSCHER, H. (1978): Wachstumsdynamik von Grünerlen auf ehemaligen Almflächen an der zentralalpiner Waldgrenze. – Veröff. des Österreichischen MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern, Band 2, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck: 187–193.
- KRAHULEC, F. (1990): *Nardo-Agrostion* communities in the Krkonose and West Carpathians Mts. – Folia Geobot. & Phytotaxo 25: 337–347. Prag.
- KREISCH, W. (2000): Flora und Vegetation der Packhorn-Wiesen subalpiner Goldschwingel-Bergmäher (*Hypochoerido uniflorae-Festucetum paniculatae*) im Nationalpark Hohe Tauern (Glocknergruppe Kärnten). – Wissenschaftl. Mitteil. aus dem Nationalpark Hohe Tauern 6: 85–118.
- LIPPERT, W. (1966): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 39: 67–77. München.
- LÖHR, L. (1954): Bergehüwegewinnung im Glocknergebiet. – Naturw. Beitr. zur Heimatkunde Kärntens, Carinthia II (64): 55–68.
- LÜDI, W. (1921): Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Versuch zur Gliederung der Vegetation eines Alpentaales nach genetisch-dynamischen Gesichtspunkten. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 9: 364 S.
- MAAG, S., NÖSBERGER, J. & LÜSCHER, A. (2001): Mögliche Folgen einer Bewirtschaftungsaufgabe von Wiesen und Weiden im Berggebiet. – Ergebnisse des Komponentenprojektes D, Polyprojekt PRIMALP Graslandwissenschaften, ETH Zentrum, Zürich (Internetadresse www.primalp.ethz.ch).
- MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. – Ökologie der Wälder und Landschaften, Bd. 3, Gustav Fischer, Stuttgart: 346 S.
- MULSER, J. (1998): Analyse der Vegetationsverteilung in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsänderungen auf den Waltner Mähdern (Passeiertal/Südtirol). – Diplomarbeit, Universität Innsbruck: 186 S.
- PENZ, H. (1972): Das Wipptal: Bevölkerung, Siedlung und Wirtschaft der Paßlandschaft am Brenner. – Wagner, Innsbruck, Tiroler Wirtschaftsstudien 27: 252 S.
- REICHELT, G. & WILLMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie – praktische Arbeitsweisen. – Braunschweig: 212 S.
- RÖSLER, S. (1997): Die Rasengesellschaften der Klasse Seslerietea in den Bayerischen Alpen und ihre Verzahnung mit dem *Carlino-Caricetum sempervirentis* (Klasse *Festuco-Brometea*). – Hoppea 58: 2–215. Regensburg.
- SCHITTENGRUBER, K. (1961): Die Vegetation des Seckauer Zinken und Hochreichart in Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 91: 105–141. Graz.
- SCHLAEFFER, F. (1997): Influence of management on cover and seed production of *Brachypodium pinnatum* in a calcareous grassland. – Bull. of Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 63: 3–10. Zürich.
- SCHÜTZ, M., WILDI, O., KRÜSI, B.O., MÄRKI, K. & NIEVERGELT, B. (2000): Von Lägerfluren zu Föhrenwäldern: Einnischungsmuster von 121 Pflanzenarten in einem 585 Jahre dauernden Regenerationsprozess. – In: SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O. & EDWARDS, P.J. (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat.Park-Forschung Schweiz 89: 237–255.
- , –, ACHERMANN, G., KRÜSI, B.O. & NIEVERGELT, B. (2000): Entwicklungsprognose für subalpines Grünland im Schweizerischen Nationalpark: Der Weg von Dauerflächendaten zu einem Langzeit-Sukzessionsmodell. – In: SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O. & EDWARDS, P.J. (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat.Park-Forschung Schweiz 89: 207–235.

- SILLINGER, P. (1933): Monografická studie o vegetaci Nizkých Tater. – Knihovna sboru pro výzkum Slovenska a podkarpatské rusi při slovanském ústavu V Praze, Číslo 6: 1–444.
- SPATZ, G. (1994): Freiflächenpflege. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 296 S.
- , WEIS, B. & DOLAR, D.M. (1978): Der Einfluss von Bewirtschaftungsveränderungen auf die Vegetation von Almen im Gasteiner Tal. – In: CERNUSCA, A.: Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal, Veröff. des Öster. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern 2.: 163–180.
- STEINMAIR, V. (1999): Die Vegetation von unterschiedlich genutzten Almflächen auf der Plätzwiese (Dolomiten, Südtirol). – Diplomarbeit, Universität Innsbruck: 134 S.
- STERN, R. (1997): Ökologische Zusammenhänge zwischen Vegetation und Boden auf unterschiedlich bewirtschafteten subalpinen Flächen im Lechtal. – Diplomarbeit, Innsbruck.
- TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. (1998): CANOCO Reference Manual and User's Guide to CANOCO for Windows. – Centre of Biometry Wageningen.
- THIELE, K. (1978): Vegetationskundliche und pflanzenökologische Untersuchungen im Wimbachgries. – R. Oldenbourg, München.
- TOLLMANN, A. (1977): Die Geologie von Österreich. 1. Bd.: Die Zentralalpen. – Deuticke, Wien: 766 S.
- VORHAUSER, K. & ERSCHBAMER, B. (2000): Die Vegetation von Almwiesen in den westlichen Südtiroler Dolomiten. – Tuexenia 20: 213–229.
- WAGNER, H. (1965): Die Pflanzendecke der Kompardellalm in Tirol. – Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes. Laboratoires de Biologie Végétale de Grenoble et du Lautaret 3: 7–59
- WIEDERMANN, R. (1997): HITAB5 Programmbeschreibung. – Vegetationskundliches Datenmanagement. Bd. 2. Universität für Bodenkultur, Wien.
- WIRTH, V. (1995): Flechtenflora, 2. Auflage. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 662 S.
- ZELLER, V., BAHN, M., AICHNER, M. & TAPPEINER, U. (2000): Impact of land-use change on nitrogen mineralization in subalpine grasslands in the Southern Alps. – Biol Fertl Soils 31: 441–448.
- ZOLLER, H., BISCHOF, N., ERHARDT, A. & KIENZLE, U. (1984): Biocoenosen von Grenzertragsflächen und Brachland in den Berggebieten der Schweiz. – Hinweise zur Sukzession, zum Naturschutzwert und zur Pflege. Phytocoenologia 12 (2–3): 373–394.
- ZUMBÜHL, G. (1983): Pflanzensoziologisch-ökologische Untersuchungen von gemähten Magerrasen bei Davos. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Rübel 81: 7–101. Zürich.

Mag. Roland Mayer
Mag. Dr. Mas (GIS) Sabine Grabner
Institut für Botanik der Universität Innsbruck
Sternwartestraße 15
A-6020 Innsbruck
Roland.Mayer@uibk.ac.at
Sabine.Grabner@uibk.ac.at

