© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Kapitel 1 | Subalpine Wiesen und Weiden – die Kulturlandschaften der subalpinen Stufe

Roland Mayer, Fabian Nagl, Brigitta Erschbamer

Zusammenfassung

Die subalpinen Wiesen und Weiden in Ober- und Untergurgl wurden mittels 91 pflanzensoziologischer Aufnahmen untersucht. Sie gliedern sich in ein Sieversio-Nardetum strictae (Bürstlingsrasen) und in ein Trisetetum flavescentis (Goldhaferwiesen). Innerhalb dieser Assoziationen wurden verschiedene Subassoziationen unterschieden. Die Bürstlingsrasen werden mit Pferden und Rindern beweidet oder sind Brachen verschiedenen Alters. Die Goldhaferwiesen werden hingegen bis zu zwei Mal im Jahr gemäht und gedüngt. Durch die unterschiedliche Bewirtschaftungsintensität ist das Sieversio-Nardetum strictae signifikant artenreicher als das Trisetetum flavescentis. Innerhalb des Trisetetum flavescentis fällt ein Höhengradient des Artenreichtums auf: mit zunehmender Meereshöhe nimmt die Artenzahl zu. Die typische Subassoziation im Talgrund ist außergewöhnlich artenarm. Der Einfluss der Bewirtschaftung wird durch die Standortfaktoren Meereshöhe, Hangneigung und Exposition überlagert. Die aufgelassenen Flächen verbrachen mit Zwergsträuchern, die Artenvielfalt bleibt aber sehr lange auf einem hohen Niveau. Eine Änderung der Artenzusammensetzung erfolgt nur sehr langsam im Verlauf von mehreren Jahrzehnten.

Abstract

The pastures and meadows in Ober- and Untergurgl were investigated by 91 relevées. A Sieversio-Nardertum strictae and a Trisetetum flavescentis were distinguished. These associations were differentiated into several subassociations. The Sieversio-Nardetum strictae is grazed by cattle and horses, however, many of these grasslands were abandoned. The Trisetetum flavescentis is fertilized and mown once or twice a year. Due to the different management intensity, the biodiversity of the Sieversio-Nardetum strictae is significantly higher compared to the Trisetetum flavescentis. With increasing altitude, species number increases in the Trisetetum flavescentis, the typical subassociation on the valley bottom being exceptionally species-poor. The impact of land-use was interfered by the environmental factors altitude, inclination and exposition. Abandoned grasslands are invaded by dwarf shrubs; however, biodiversity remains relatively constant.Chan-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

ges in species composition occur very slowly after several decades.

1. Einleitung

Die Kulturlandschaft im Waldgrenzbereich der Alpen wird von Bergwiesen und -weiden geprägt (Tasser et al. 2009). Sie sind in der Regel überaus reichhaltig strukturiert und zählen zu den artenreichsten vom Menschen geschaffenen Ökosystemen (Maurer et al. 2006). Die Berglandwirtschaft weist eine sehr lange Tradition auf und reicht bis in einen Zeitraum vor mehr als 5000 Jahren zurück (Patzelt 1996). Um Kulturflächen in der subalpinen Stufe zu gewinnen, wurden bereits in der Bronzezeit und verstärkt ab dem Mittelalter subalpine Wälder (vor allem Lärchen-Zirbenwälder) gerodet und die Waldgrenze wesentlich herabgesenkt (Reisigl & Keller 1999). Der ökologische Wert von traditionell bewirtschafteten, extensiven Graslandgesellschaften in den Hochlagen ist kaum zu überschätzen, da sie eine hohe Biodiversität (z.B. Grabner & Heiselmayer 2002, Mayer & Grabner 2004, Rudmann-Maurer et al. 2008) und seltene Pflanzengesellschaften aufweisen (Lüth et al. 2011a,b). Zudem wirkt sich die traditionelle Bewirtschaftung günstig auf die Stabilität des Bodens aus und erosive Prozesse werden deutlich eingedämmt (Tasser et al. 2003).

Seit etwa Mitte des 20. Jahrhunderts vollzieht sich jedoch eine drastische Änderung der Wirtschaftsstruktur in den Berggebieten (Bätzing 1996). Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen haben sich grundlegend verändert und die traditionelle Weise der Bewirtschaftung wurde immer weniger rentabel (Dierschke & Briemle 2002). Das führte zur Intensivierung der Landwirtschaft in Gunstlagen, während steilere Flächen, die von den Dauersiedlungen entfernt liegen, aufgelassen wurden. Die zunehmende Verbrachung ehemals traditionell bewirtschafteter, artenreicher Bergwiesen und -weiden hält an (Tasser et al. 2002, Tasser et al. 2007). Die Auflassung oder Intensivierung der Landnutzung bewirkten eine deutliche Veränderung hinsichtlich Artenzusammensetzung, Artendiversität und Struktur der Vegetation in der subalpinen Stufe (z.B. Tasser & Tappeiner 2002, Niedrist et al. 2009).

In Obergurgl wurde Weideland nachweislich schon in der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends vor Christus geschaffen und genutzt. Eine dauerhafte Besiedlung des inneren Ötztals ist jedoch erst seit dem Mittelalter historisch belegt (Patzelt 1996). Die Nutzung des Kulturlandes als Bergmahd erfolgte ab dem 16. Jahrhundert (Patzelt 1996). Während bis ins 20. Jahrhundert hinein die traditionelle Bewirtschaftung vorherrschend war, ergaben sich nach dem Zweiten Weltkrieg grundlegende Veränderungen. Seither erlebt der Wintertourismus einen kontinuierli-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

chen Aufschwung (Ebus 1986, Grabherr 1987). Die Landnutzung erfolgt nun vor allem nur noch in Gunstlagen, während schwierig zu bewirtschaftende Flächen nach und nach aufgelassen wurden (Nagl 2009).

Ellmauer (1995) untersuchte in den 1990er-Jahren punktuell Wiesen und Weiden in Ober- und Untergurgl. Eine umfangreichere pflanzensoziologische und standortökologische Erfassung wurde erst von Nagl (2009) durchgeführt. Mayer et al. (2009) untersuchten im Rahmen eines Langzeit-Monitorings die Auswirkungen der Auflassung der Beweidung von der subalpinen in die obere alpine Stufe. Solche Studien sind im Besonderen in Naturschutzgebieten wie etwa dem Natura 2000-Gebiet Ötztaler Alpen wichtig. Bergmähder zählen zu den schützenswerten Habitaten, welche durch das europäische Schutzgebietsnetzwerk Natura 2000 gesichert und erhalten werden sollen. Die Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die traditionelle Art der Bewirtschaftung auch in Zukunft fortgeführt wird.

Die vorliegende Studie soll den Zusammenhang zwischen Nutzungsweise und Artenzusammensetzung der Bergwiesen und -weiden in Obergurgl aufzeigen. Dazu wurden unterschiedlich genutzte Grünlandgesellschaften analysiert und die Standortfaktoren in Beziehung zur Ausbildung der Vegetationstypen gesetzt. Das Ziel war, die charakteristischen Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen herauszuarbeiten und Vergleiche mit aufgelassenen Flächen durchzuführen.

2. Untersuchungsgebiet

Die Studie umfasste den Bereich von Obergurgl und Untergurgl (inneres Ötztal) von 1800 bis 2190 m Meereshöhe auf der orographisch linken Talseite des Gurgler Tales. Das Gebiet beginnt in Untergurgl (1800 m Meereshöhe) und reicht über den Weiler Poschach (1830 m Meereshöhe) bis hinauf zu den Weixelmähdern auf 2190 m Meereshöhe (Abb. 1). Das Relief des Untersuchungsgebietes wird von sanfteren Geländeformen geprägt, da das Hauptausgangsgestein (Biotit-Plagioklasgneis) sehr leicht verwittert (Aulitzky et al. 1961). Das Gelände ist nicht in Seitentäler gegliedert und es herrschen Steilhänge vor. Von Poschach bis etwa auf die Höhe des Ochsenkopfes ist der Hang bis etwa 2500 m gleichmäßig steil. Von dort bis zum Zirbenwald steigt das Gelände bis auf 2100 m hingegen treppenartig an. Im unteren Hangbereich kommt Bergsturz- und Schuttmaterial vor. Danach folgt auf einen steilen mit Felsen durchsetzten Anstieg der Talflanke auf ca. 2000 m eine Verflachung mit zum Teil rückläufiger Hangneigung. Der sich danach anschließende Abschnitt bis zu den Weixelmähdern ist wiederum durch treppenartige Strukturen mit ter-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

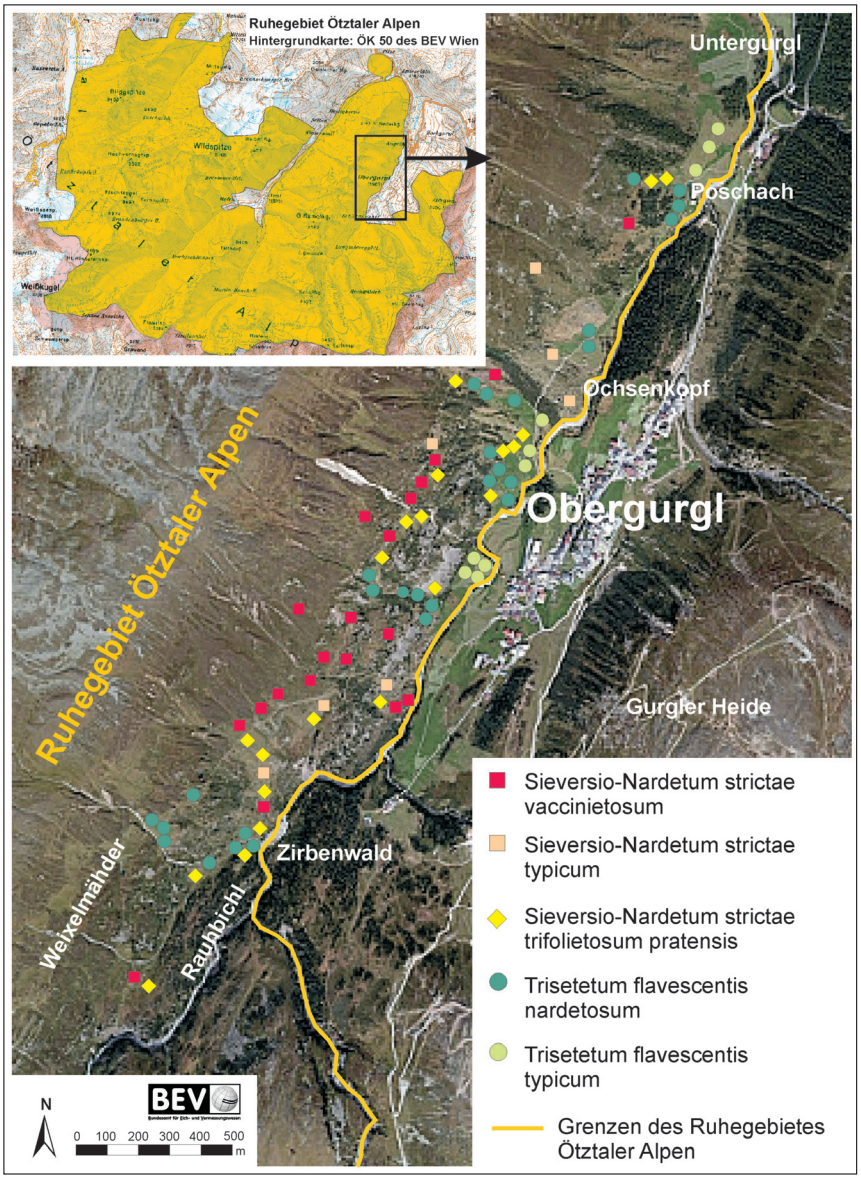

Abb. 1:
Die Position der Aufnahmen im Untersuchungsgebiet. Die verschiedenen Symbole zeigen die Zuordnung der Aufnahmen nach der TWINSPAN-Analyse. Die Aufnahmen von Ellmauer (1995) wurden nicht verortet. Die Lage des Untersuchungsgebiets im Ruhegebiet Ötztaler Alpen ist aus der eingeblendeten Karte zu ersehen. (© BEV 2011, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2011/80692)

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

rassenförmigen Bändern charakterisiert. Oberhalb des Untersuchungsgebietes in ca. 2500 m Meereshöhe ist eine deutliche Geländekante ausgebildet, an die eine Verflachung – die so genannte Seenplatte (Am Soom) – anschließt (Nagl 2009). Das Untersuchungsgebiet befindet sich zur Gänze im Ruhegebiet Ötztaler Alpen, das 1981 eingerichtet wurde. 1995 wurde es als Natura 2000-Gebiet ausgewiesen (Abb. 1).

3. Methoden

3.1 Erhebungen im Gelände und Datenbearbeitung

Die landwirtschaftlich verschieden genutzten Wiesen und Weiden in Obergurgl wurden im Jahr 2007 pflanzensoziologisch untersucht (Nagl 2009). Einzelne Aufnahmen stammen aus dem Jahr 1991 (Ellmauer 1995). Insgesamt wurden 91 Aufnahmen für die Analysen verwendet, welche dem Minimumareal (16–25 m²) entsprechen. In den Aufnahmeflächen wurden alle Arten von Gefäßpflanzen erfasst und ihre Artmächtigkeit mit Hilfe der kombinierten Abundanz-Dominanz-Skala von Braun-Blanquet (1964) erweitert nach Reichelt & Wilmanns (1973) geschätzt. Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach Fischer et al. (2008).

Es wurden verschiedene Umweltparameter wie Meereshöhe, Neigung (°) und Exposition erhoben. Die Exposition wurde in einen so genannten „Hitze-Index" umgewandelt (Austrheim et al. 1999). Eine Exposition von 225 GON (SSW) wurde als für das Pflanzenwachstum am günstigsten betrachtet und erhielt den Hitze-Index 0. Demgegenüber galt eine Exposition von 25 GON (NNO) als am wenigsten günstig und erhielt den Hitze-Index 200. Alle dazwischen liegenden Werte wurden linear aus den Expositionen abgeleitet (Austrheim et al. 1999).

Es wurden die mittlere Anzahl der Arten je Aufnahmefläche sowie der Shannon-Index (H'; basierend auf dem natürlichen Logarithmus, *ln*), der Simpson's Index (D) und die Evenness (E; auf der Basis des Shannon-Index) berechnet (Tab. 1). Die Artenzahl wird durch die seltenen Arten am stärksten beeinflusst, während Simpson's Index (D) ein Maß für die Dominanz ist. Der Shannon-Index (H') nimmt hinsichtlich seiner Empfindlichkeit gegenüber seltenen Arten eine Mittelstellung zwischen Artenzahl und Simpson's Index ein. Die Evenness (E) ist ein Maß für die Ähnlichkeit der Abundanzen der verschiedenen Arten (McCune & Grace 2002). Sind die Abundanzen der verschiedenen Arten identisch, ist die Evenness 1; sind sie völlig verschieden so ist die Evenness 0.

Der Anteil der jeweiligen Lebensformen (Zwergsträucher, Grasartige, Kräuter und Leguminosen) wurde aus den mittleren

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Tab. 1:
Übersicht über die Berechnungsmethoden von Shannon-Index (H'), Simpson's Index (D) und Evenness (E).

Diversitäts-Index	Formel	Erklärung
Shannon-Index	$H' = -\sum_{l=i}^{S} p_i \ln p_i$	Maß für den „Informations-Gehalt" einer Aufnahme.
Simpson's Index	$D = 1 - \sum_{l=i}^{S} p_i^2$	Wahrscheinlichkeit, dass zwei zufällig ausgewählte Individuen verschiedenen Arten angehören.
Evenness	$E = \frac{H'}{\ln S} = \frac{H'}{H'_{max}}$	„Informations-Gehalt" einer Aufnahme im Vergleich zum maximal möglichen Wert.

S = Anzahl der Arten
p_i = Anteil der Art i an der Summe aller Abundanzen
ln = natürlicher Logarithmus

Deckungswerten der Schätzungen berechnet und in Relation zur Gesamtdeckung in Prozent angegeben. Für jede Aufnahme wurden außerdem die Zeigerwerte Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Stickstoffzahl (N) nach Ellenberg et al. (1992) im Programm Juice 7.0 (L. Tichý, 1999–2010) berechnet. Die Berechnung der mittleren Zeigerwerte erfolgte ohne Gewichtung nach der Artmächtigkeit.

Die Erhebung von Bewirtschaftungsparametern führte Nagl (2009) mit Hilfe einer Befragung von Grundbesitzern und anderen Einheimischen durch. Dies geschah parallel zur Geländearbeit bzw. auf Grundlage detaillierter Gespräche, die im Anschluss an die vegetationskundlichen Untersuchungen im Jahr 2007 stattfanden. Dabei wurden genaue Auskünfte über die aktuelle und ehemalige Bewirtschaftung der Flächen eingeholt (Nagl 2009). Es wurden folgende Bewirtschaftungsklassen unterschieden: Zweischürige Talwiesen (intensiv, zwei Mal pro Jahr gemäht, starke Düngung), einschürige Bergmähder (mäßig intensiv, ein Mal pro Jahr gemäht, Düngung), halbschürige Bergmähder (extensiv, alle zwei Jahre gemäht, seltene Düngung), Brache jung (vor frühestens 10 Jahren aufgelassen), Brache alt (vor über 10 Jahren aufgelassen), Weiden (extensiv, Rinder und Pferde, nicht gedüngt).

Mit Ausnahme der Aufnahmen von Ellmauer (1995) wurde für jede Aufnahmefläche der pH-Wert ermittelt. Die Messung des pH-Wertes erfolgte in einer 0,01 M $CaCl_2$-Lösung. Für jede Aufnah-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

mefläche wurde aus den Werten von drei Einzelproben das arithmetische Mittel berechnet.

3.2 Klassifikation und Ordination

Die Aufnahmen wurden im Programm TWINSPAN for Windows 2.3 (ter Braak & Šmilauer 2004–2005) numerisch klassifiziert. Die TWINSPAN-Tabelle wurde im Programm Juice 7.0 (L. Tichý, 1999–2010) in eine Stetigkeitstabelle umgewandelt. Die Stetigkeit einer Pflanzenart ist ihr Vorkommen in Prozent innerhalb einer bestimmten Gruppe von Aufnahmen. Nach Dierschke (1994) wurden folgende Stetigkeitsklassen unterschieden: V: > 80 %, IV: > 60–80 %, III: > 40–60 %, II: > 20–40 %, I: ≤ 20 %. Zusätzlich wurde eine Indikatorarten-Analyse (Dufrêne & Legendre 1997) in PC-ORD 5.31 (MjM Software Design) durchgeführt. Die Indikator-Wert-Analyse kombiniert die relative Abundanz und die relative Frequenz für die jeweiligen Pflanzenarten in einer Gruppe von Aufnahmen nach folgender Formel: Indikator-Wert (%) = $A_{ij} \times B_{ij} \times 100$; A_{ij} = mittlere Abundanz der Art $_i$ in den Aufnahmen der Gruppe $_j$; B_{ij} = relative Frequenz des Vorkommens der Art $_i$ in den Aufnahmen der Gruppe $_j$ (Dufrêne & Legendre 1997). Der Indikator-Wert gibt den Anteil am maximal möglichen Wert in Prozent an (100 % für eine perfekte Indikatorart). Die Indikator-Werte wurden auf ihre Signifikanz hin getestet. Dazu diente ein Monte Carlo-Permutationstest mit 1999 Permutationen (McCune & Grace 2002). Für die Identifizierung der Differenzialarten der Subassoziationen wurden in dieser Arbeit nur signifikante Indikator-Werte ($P \leq 0{,}05$) mit ≥ 25 % berücksichtigt.

Die Ordinationen wurden im Programm CANOCO 4.5 (ter Braak & Šmilauer 1998) durchgeführt. Die DCA (Detrended Correspondence Analysis) ergab für den Gesamtdatensatz eine Gradientenlänge von > 4 Standardabweichungen (SD), daher wurde ein unimodales Modell zugrunde gelegt (ter Braak & Šmilauer 1998). Für die Berechnung der DCA wurden zusätzlich supplementäre Variablen verwendet. Diese gingen nicht in die Berechnung der Achsen ein, jedoch wurden für sie anschließend mit den DCA-Achsen korreliert (Berechnung von Korrelationskoeffizienten) und passiv in das DCA-Diagramm eingeblendet. Die direkte Gradientenanalyse erfolgte mittels einer CCA (Canonical Correspondence Analysis), bei welcher die kanonischen Achsen von den Umweltvariablen gebildet werden (ter Braak & Šmilauer 1998). Der Monte Carlo-Permutationstest (unrestricted, 1999 Permutationen) ergab, dass alle verwendeten Variablen signifikant waren ($P \leq 0{,}05$) und daher wurden sie in das Modell mit aufgenommen. Der Datensatz wurde durch die Quadratwurzel transformiert, die seltenen Arten erhielten in der CCA-Analyse eine geringe-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

re Gewichtung. Die Ordinationsgrafiken wurden in CANODRAW 4.0 erstellt.

3.3 Statistische Tests

Die Unterschiede zwischen den Assoziationen und Subassoziationen hinsichtlich Umweltparameter, Diversitäts-Indices, Zeigerwerte und Anteile der Lebensformen wurden in PASW Statistics 18 (Polar Engineering and Consulting 1993–2007) auf ihre Signifikanz hin geprüft. Dazu wurden univariate Varianzanalysen (ANOVA) und für Mehrgruppenvergleiche LSD post-hoc Tests verwendet. Die Werte wurden auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test) und auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) in PASW Statistics 18 getestet. In der weitaus überwiegenden Anzahl der Fälle waren die Voraussetzungen für die Anwendung der ANOVA gegeben. Aufgrund der hinreichend großen Stichpro-

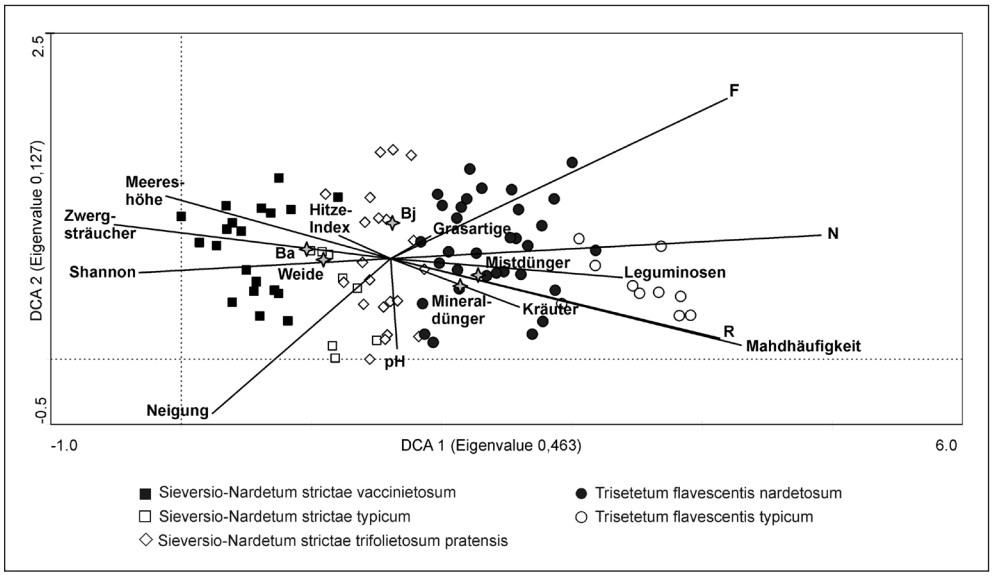

Abb. 2:
DCA der 91 Aufnahmen im Untersuchungsgebiet. Die verschiedenen Symbole stehen für die Zugehörigkeit der Aufnahmen zu den fünf Subassoziationen, welche durch die TWINSPAN-Analyse unterschieden worden sind. Folgende Variablen wurden als supplementäre Variablen passiv in das Diagramm eingeblendet: Meereshöhe, Neigung, pH-Wert des Bodens, Hitze-Index, Shannon-Index, Mahdhäufigkeit, Weide, Bj: Brache jung (≤ 10 Jahre unbewirtschaftet), Ba: Brache alt (> 10 Jahre unbewirtschaftet), Mistdünger, Mineraldünger, Anteil der Zwergsträucher, Kräuter, Grasartigen und der Leguminosen (%); Zeigerwerte: F: Feuchtezahl, R: Reaktionszahl, N: Stickstoffzahl.

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

benanzahl wurden in den einzelnen Fällen der Verletzung dieser Voraussetzungen die Varianzanalysen trotzdem durchgeführt.

4. Ergebnisse

Die TWINSPAN-Analyse unterteilte im ersten Teilungsschritt den Gesamtdatensatz in eine Gruppe mit 49 und in eine Gruppe mit 42 Aufnahmen (Tab. A1 im Anhang). Die erste Gruppe kann als Sieversio-Nardetum strictae (Bürstlingsrasen) bezeichnet werden. Die zweite Gruppe repräsentiert das Trisetetum flavescentis (Goldhaferwiesen). Mit dem zweiten und dritten Teilungsschritt nach TWINSPAN ergaben sich insgesamt fünf Aufnahmegruppen (Tab. A1). Sowohl die indirekte (DCA, Abb. 2) als auch die direkte (CCA, Abb. 3) Ordination bestätigt diese Auftrennung.

Die CCA-Analyse zeigte, dass vor allem die Bewirtschaftung einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung der Pflanzengesellschaften hatte (Abb. 3). Die Mahdhäufigkeit wies die höchste Korrelation mit der ersten CCA-Achse auf (+0,7790)

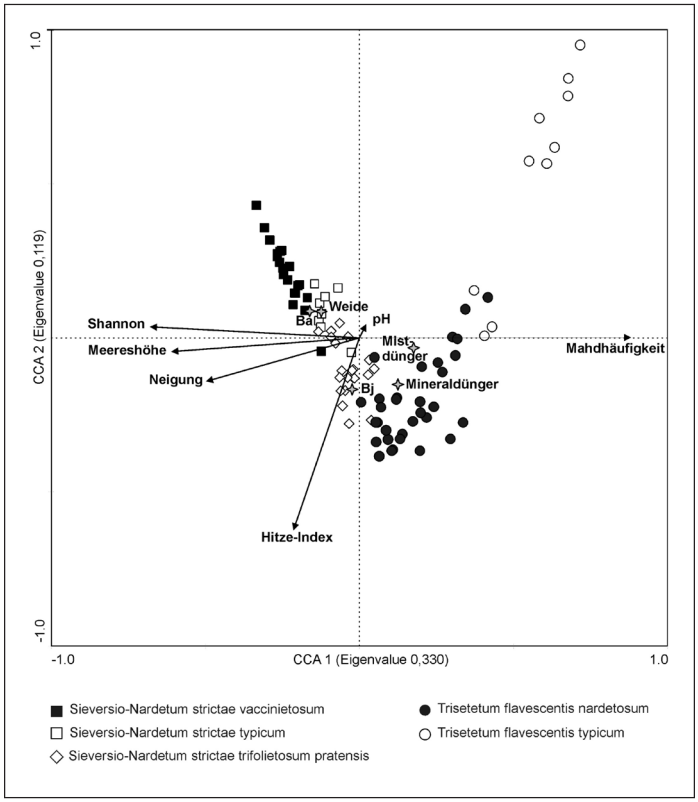

Abb. 3:
CCA der 91 Aufnahmen im Untersuchungsgebiet. Die verschiedenen Symbole für die fünf Subassoziationen wurden anhand der Ergebnisse der TWINSPAN-Analyse den Aufnahmen zugeordnet. Folgende Umweltvariablen gingen in die Berechnung der CCA-Achsen ein: Meereshöhe, Neigung, Hitze-Index, pH-Wert des Bodens, Shannon-Index, Mahdhäufigkeit, Mistdünger, Mineraldünger, Weide, Bj: Brache jung (≤ 10 Jahre unbewirtschaftet), Ba: Brache alt (> 10 Jahre unbewirtschaftet).

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Tab. 2:
Mittelwerte ± Standardfehler der Umweltparameter, Diversitäts-Indices, Zeigerwerte und Anteile der Lebensformen (%) im Sieversio-Nardetum strictae und im Trisetetum flavescentis; n = Stichprobenumfang. Signifikante Unterschiede ($P \leq 0{,}05$) zwischen den Assoziationen aufgrund der univariaten Varianzanalysen (ANOVA) sind fett dargestellt.

Abhängige Variable	Sieversio-Nardetum strictae		Trisetetum flavescentis	
	n	Wert	n	Wert
Meereshöhe (m)	49	**2019±13**	42	**1946±14**
Neigung (°)	49	**24,0±1,7**	39	**16,3±1,9**
Hitze-Index	47	**106±5**	30	**130±7**
pH-Wert Boden	49	**4,17±0,04**	39	**4,46±0,05**
Artenzahl	49	**38,1±1,0**	42	**23,4±1,1**
Shannon-Index	49	**2,93 ±0,04**	42	**2,55±0,05**
Simpson's Index	49	0,89±0,01	42	0,87±0,01
Evenness (Shannon)	49	0,80±0,01	42	0,82±0,01
Feuchtezahl (F)	49	**4,83±0,05**	42	**5,43±0,05**
Reaktionszahl (R)	49	**4,61±0,08**	42	**5,43±0,08**
Stickstoffzahl (N)	49	**3,11±0,09**	42	**4,79±4,60**
Zwergsträucher (%)	49	**10,9±1,8**	42	**0,0±0,0**
Grasartige (%)	49	39,7±2,1	42	45,1±2,2
Kräuter (%)	49	44,0±2,2	42	42,6±2,3
Leguminosen (%)	49	**5,4±1,1**	42	**12,2±1,2**

gefolgt von Mistdüngung (+0,5733). Shannon-Index (–0,6003), Meereshöhe (–0,5396), Brache alt (–0,4516) und Neigung (–0,4394) waren hingegen deutlich negativ mit der ersten CCA-Achse korreliert. Das zeigt, dass die Flächen in höheren Lagen extensiver bewirtschaftet werden oder inzwischen aufgelassen wurden. Demgegenüber steigt die Artenvielfalt, ausgedrückt durch den Shannon-Index, mit zunehmender Meereshöhe und abnehmender Bewirtschaftungsintensität an. Die Beweidung zeigte eine deutlich niedrigere negative Korrelation mit der ersten CCA-Achse (–0,3269). Der Hitze-Index (–0,4932) war am deutlichsten negativ mit der zweiten CCA-Achse korreliert gefolgt von Mineraldün-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

ger (–0,3646). Der pH-Wert war für die Gruppenbildung nicht relevant.
Sowohl die meisten Umweltparameter als auch Artenzahl, Shannon-Index und alle Zeigerwerte unterschieden sich signifikant zwischen dem Sieversio-Nardetum strictae und dem Trisetetum flavescentis. Das Sieversio-Nardetum strictae ist in größerer Meereshöhe ausgebildet, bewächst steilere Hänge und der Boden weist einen niedrigeren pH-Wert auf. Die Hänge sind vorwiegend in südliche bis südöstliche Richtung und damit für das Pflanzenwachstum günstiger exponiert als beim Trisetetum flavescentis. Die mittlere Anzahl der Arten und der Shannon-Index sind im Sieversio-Nardetum strictae signifikant höher als im Trisetetum flavescentis (Tab. 2). Besonders deutlich sind die Unterschiede hinsichtlich Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Stickstoffzahl (N), welche im Trisetetum flavescentis höher liegen. So ist beispielsweise die Stickstoffzahl um mehr als eineinhalb Zeigerwert-Klassen erhöht. Hinsichtlich der verschiedenen Lebensformen weist das Sieversio-Nardetum strictae einen signifikant höheren Anteil an Zwergsträuchern auf, während im Trisetetum flavescentis der Anteil der Leguminosen signifikant höher ausfällt (Tab. 2).

4.1 Sieversio-Nardetum strictae Lüdi 1948 (Bürstlingsrasen)

Das Sieversio-Nardetum strictae hebt sich durch eine Reihe von Differenzialarten vom Trisetetum flavescentis ab. Die Arten mit der höchsten Stetigkeit sind *Carex sempervirens, Nardus stricta, Lotus corniculatus, Luzula multiflora, Silene nutans, Briza media* und *Carlina acaulis* (D1–D3, Tab. A1). Diese Gesellschaft wird der Klasse Caricetea curvulae Br.-Bl. 1948 (Subalpin-alpine Sauerbodenrasen der mittel-südeuropäischen Hochgebirge) zugeordnet (Grabherr 1993). Die wichtigsten Charakterarten der Klasse sind *Potentilla aurea*, *Avenula versicolor*, *Gentiana acaulis* und *Trifolium alpinum* (Tab. A1). Innerhalb dieser Klasse gehört die Gruppe in die Ordnung Festucetalia spadiceae Barbero 1970 em. Grabherr (Bodensaure Wildheumähder, Weiden und Lawinarwiesen, Grabherr 1993). Das wird durch die Charakterarten der Ordnung belegt: so z.B. *Phyteuma betonicifolium, Campanula barbata* und *Geum montanum* (Tab. A1). *Ajuga pyramidalis* und *Pseudorchis albida* sprechen für die Zuordnung zum Verband Nardion strictae Br.-Bl. 1926 (Bürstlingsrasen der nemoralen Hochgebirge Europas) (Tab. A1). Schließlich wurde diese Gruppe der Assoziation Sieversio-Nardetum strictae (Subalpin-alpine Bürstlingsweiden und -mähder) zugeordnet.

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Tab. 3:
Die signifikanten Indikator-Werte (%) für die jeweiligen Subassoziationen des Sieversio-Nardetum strictae und des Trisetetum flavescentis. Die Indikatorwerte müssen ≥ 25 % erreichen und sie müssen mindestens doppelt so hoch sein, als in einer der anderen Subassoziationen. Die höchsten Indikatorwerte in einer Subassoziation sind fett dargestellt. Folgende Subassoziationen wurden unterschieden:
1: Sieversio-Nardetum strictae vaccinietosum
2: Sieversio-Nardetum strictae typicum
3: Sieversio-Nardetum strictae trifolietosum pratensis
4: Trisetetum flavescentis nardetosum
5: Trisetetum flavescentis typicum

Indikator-Werte (%)	Subassoziation Nr.				
	1	2	3	4	5
Vaccinium vitis-idaea	**63**	4	1	0	0
Calluna vulgaris	**62**	11	2	0	0
Pedicularis tuberosa	**60**	0	0	0	0
Gymnadenia conopsea	**52**	0	1	0	0
Avenula versicolor	**51**	0	4	0	0
Campanula barbata	**50**	7	15	0	0
Vaccinium gaultherioides	**49**	4	1	0	0
Gentiana acaulis	**47**	10	2	0	0
Trifolium alpinum	**45**	5	0	0	0
Vaccinium myrtillus	**45**	18	7	0	0
Potentilla erecta	**42**	13	10	0	0
Antennaria dioica	**40**	2	0	0	0
Arnica montana	**40**	2	0	0	0
Avenella flexuosa	**39**	15	4	0	0
Scabiosa columbaria	**35**	0	0	0	0
Trifolium montanum	**32**	0	3	0	0
Hieracium hoppeanum	**32**	0	4	0	0
Juncus trifidus	**30**	2	4	0	0
Helianthemum grandiflorum	**25**	3	2	0	0
Hieracium pilosella	10	**68**	1	0	0
Thymus pulegioides	14	**47**	1	0	0
Veronica officinalis	0	**38**	0	0	0
Potentilla grandiflora	0	**28**	2	0	0

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Geranium sylvaticum	0	8	16	**36**	4
Crepis aurea	0	0	6	**35**	0
Poa alpina	0	9	3	**30**	1
Phleum pratensis	0	0	0	1	**83**
Taraxacum Sect. Ruderalia	0	0	0	7	**80**
Poa trivialis	0	0	0	14	**57**
Carum carvi	0	1	0	1	**55**
Poa pratensis	0	1	0	3	**55**
Trifolium repens	0	7	3	11	**53**
Elymus repens	0	0	0	0	**50**
Trifolium pratense ssp. pratense	0	0	0	3	**40**

Abb. 4:
Das Sieversio-Nardetum strictae vaccinietosum weist einen hohen Anteil an Zwergsträuchern, wie zum Beispiel *Calluna vulgaris* im Vordergrund, auf. (Foto: Fabian Nagl)

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Tab. 4:
Mittelwerte ± Standardfehler der Umweltparameter, Diversitäts-Indices, Zeigerwerte und Anteile der Lebensformen (%) in den fünf Subassoziationen, die beim Sieversio-Nardetum strictae und Trisetetum flavescentis unterschieden wurden. Verschiedene hochgestellte Buchstaben bedeuten einen signifikanten Unterschied ($P \leq 0{,}05$; LSD Post-hoc Test). Folgende Subassoziationen wurden unterschieden:
1: Sieversio-Nardetum strictae vaccinietosum
2: Sieversio-Nardetum strictae typicum
3: Sieversio-Nardetum strictae trifolietosum pratensis
4: Trisetetum flavescentis nardetosum
5: Trisetetum flavescentis typicum

Assoziationen	**Sieversio-Nardetum strictae**			**Trisetetum flavescentis**	
Subassoziation Nr.	1	2	3	4	5
Meereshöhe (m)	2056±19 ^{a}	1978±30 ^{b}	1998±18 ^{b}	1966±15 ^{b}	1879±26 ^{c}
Neigung (°)	23,0±2,4 ^{a}	27,5±3,8 ^{a}	23,7±2,4 ^{a}	20,7±2,0 ^{a}	3,6±3,4 ^{b}
Hitze-Index	99±9 ^{a}	103±13 ^{ab}	115±8 ^{ab}	132±7 ^{b}	108±22 ^{ab}
pH-Wert Boden	4,11±0,06 ^{a}	4,16±0,10 ^{a}	4,24±0,06 ^{a}	4,41±0,05 ^{b}	4,61±0,09 ^{c}
Artenzahl	40,2±1,5 ^{a}	39,0±2,4 ^{ab}	35,8±1,5 ^{b}	25,7±1,2 ^{c}	16,0±2,1 ^{d}
Shannon-Index	2,95±0,07 ^{a}	2,90±0,10 ^{a}	2,92±0,06 ^{a}	2,63±0,05 ^{b}	2,30±0,09 ^{c}
Simpson's Index	0,88±0,01 ^{ab}	0,88±0,02 ^{ab}	0,90±0,01 ^{a}	0,88±0,01 ^{ab}	0,85±0,01 ^{b}
Evenness (Shannon)	0,80±0,01 ^{a}	0,80±0,02 ^{a}	0,82±0,01 ^{a}	0,81±0,01 ^{a}	0,83±0,02 ^{a}
Feuchtezahl (F)	4,68±0,07 ^{a}	4,66±0,11 ^{a}	5,03±0,07 ^{b}	5,38±0,05 ^{c}	5,61±0,10 ^{d}
Reaktionszahl (R)	4,26±0,10 ^{a}	4,58±0,17 ^{a}	4,97±0,10 ^{b}	5,28±0,08 ^{c}	5,89±0,15 ^{d}
Stickstoffzahl (N)	2,69±0,10 ^{a}	3,12±0,15 ^{b}	3,51±0,09 ^{c}	4,51±0,08 ^{d}	5,67±0,14 ^{e}
Zwergsträucher (%)	24,0±2,3 ^{a}	3,5±3,6 ^{b}	1,3±2,2 ^{b}	0,0±0,0 ^{b}	0,0±0,0 ^{b}
Grasartige (%)	33,7±3,2 ^{a}	41,5±5,1 ^{ab}	44,7±3,1 ^{b}	44,8±2,5 ^{b}	46,3±4,6 ^{b}
Kräuter (%)	38,8±3,4 ^{a}	49,9±5,4 ^{a}	46,7±3,3 ^{a}	43,9±2,7 ^{a}	38,7±4,8 ^{a}
Leguminosen (%)	3,6±1,7 ^{a}	5,1±2,7 ^{ab}	7,2±1,6 ^{abc}	11,4±1,3 ^{cd}	15,1±2,4 ^{d}

Das Sieversio-Nardetum strictae wurde in drei Subassoziationen unterteilt: vaccinietosum, typicum und trifolietosum pratensis (Tab. A1). Die Subassoziation Sieversio-Nardetum strictae vaccinietosum Hartl 1963 ist durch eine Reihe von Differenzialarten gut belegt (D1, Tab. A1), dazu zählen die hochsteten Arten *Vaccinium vitis-idaea, Potentilla erecta* und *Vaccinium gaultherioides*. Die Indikatorwert-Analyse wies 19 Arten aus, welche diese Subassoziation eindeutig cha-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

rakterisieren (Tab. 3), wobei die höchsten Indikatorwerte von den Zwergsträuchern *Vaccinium vitis-idaea* und *Calluna vulgaris* erreicht werden (Abb. 4). Im Vergleich zu den anderen Subassoziationen gedeiht das Sieversio-Nardetum strictae vaccinietosum mit durchschnittlich 2056 m Meereshöhe in den höchsten Lagen des Untersuchungsgebietes (Tab. 4). Hier wurde der geringste Hitze-Index (99) und damit die für das Pflanzenwachstum günstigste Exposition ermittelt. Diese Subassoziation weist die höchste mittlere Artenzahl und den höchsten Shannon-Index auf (40 bzw. 2,95, Tab. 4). Die Reaktions- (R) und Stickstoffzahl (N) haben die niedrigsten Werte von allen Subassoziationen (Tab. 4). Der Anteil der Zwergsträucher ist mit 24 % um ein Vielfaches höher als in allen anderen Subassoziationen des Sieversio-Nardetum strictae (Tab. 4). Dementsprechend ist der Anteil der Leguminosen mit durchschnittlich nur 3,6 % am geringsten. 55 % der Aufnahmeflächen sind alte und 10 % sind junge Brachen. 35 % werden aktuell vorwiegend beweidet (Tab. A1).

Das Sieversio-Nardetum strictae typicum Br.-Bl. 1949 ist durch die Differenzialarten *Hieracium pilosella* und *Veronica officinalis* unterschieden (D2, Tab. A1). Die Indikatorwert-Analyse wies zwei zusätzliche Arten, nämlich *Thymus pulegioides* und *Potentilla grandiflora*, aus (Tab. 3). Diese Subassoziation gedeiht mit durchschnittlich 1978 m in signifikant geringerer Meereshöhe als das Sieversio-Nardetum strictae vaccinietosum (Tab. 4). Die Hänge sind hier im Durchschnitt jedoch am steilsten (27,5 ° geneigt). Der Artenreichtum unterscheidet sich nicht signifikant von den anderen Subassoziationen des Sieversio-Nardetum strictae (Tab. 4). Die Stickstoffzahl (N) ist jedoch signifikant höher als in der Subassoziation vaccinietosum (Tab. 4). Der Anteil der Zwergsträucher ist gering (nur 3,5 % der Gesamtdeckung); besonders hoch ist im Vergleich dazu der Anteil der Kräuter (durchschnittlich 49,5 %; Tab. 4). Meistens handelt es sich um Weiden (62,5 %), seltener sind es alte Brachen (25,0 %) oder einschürige Mähder (12,5 %). Die gemähten Flächen werden mit Mist und Mineraldünger gedüngt (Tab. A1). Das Sieversio-Nardetum strictae trifolietosum pratensis Br.-Bl. 1949 vermittelt durch *Phleum rhaeticum* (Begleiter, Tab. A1) bereits zu den stärker nährstoffversorgten Mähwiesen des Untersuchungsgebietes (Abb. 5). Hier gibt es keine eigene Differenzialartengruppe. Auch die Indikatorwert-Analyse erbrachte keine Arten, die diese Subassoziation eindeutig charakterisieren (Tab. 3). Die Gesellschaft gedeiht in etwa in gleicher mittlerer Meereshöhe wie das Sieversio-Nardetum strictae typicum (1998 m, Tab. 4). Die mittlere Artenzahl pro Aufnahmefläche geht auf 36 zurück (Tab. 4). Feuchte- (F), Reaktions- (R) und Stickstoffzahl (N) sind signifikant höher als in den beiden anderen Subassoziationen des Sieversio-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Abb. 5:
Das Sieversio-Nardetum strictae trifolietosum pratensis gedeiht üppiger und zeigt Anklänge an nährstoffreichere Bestände. (Foto: Fabian Nagl)

Nardetum strictae (Tab. 4). Der Anteil der Zwergsträucher sinkt weiter auf nur noch 1,3 % (Tab. 4). Der durchschnittliche Anteil der Leguminosen steigt leicht auf 7,2 %. Nur noch ein Drittel der Flächen wird beweidet, während der Anteil der halb- und einschürigen Mähder ansteigt (Tab. A1). Fast alle dieser gemähten Flächen werden im Herbst mit Schafen oder Rindern nachbeweidet. Einige junge und alte Brachen kommen vor. Der Anteil der mit Mist und mit Mineraldünger behandelten Flächen steigt weiter an (28,6 bzw. 23,8 %, Tab. A1).

Die subalpinen Borstgrasrasen in Obergurgl zeigen eine gute Übereinstimmung mit der Originalbeschreibung von Lüdi (1948) aus den Berner Alpen. Die Bestände dort weisen zahlreiche Elemente der Frischwiesen auf und ähneln daher besonders der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Subassoziation trifolietosum pratensis. Ähnlichkeiten finden sich ebenfalls zur Studie von Peppler-Lisbach & Petersen (2001) in den Bayrischen Alpen. Auch diese Autoren unterschieden die Subassoziationen Sieversio-Nardetum strictae typicum und trifolietosum pra-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

tensis. Weitere Bezüge bestehen zum Aveno-Nardetum Oberd. 1959 – (typische Ausbildung) am Tappenkar in den Radstädter Tauern (Heiselmayer 1982), auch wenn die Anzahl der gemeinsam auftretenden konstanten Arten eher gering ist. Übereinstimmungen gibt es weiters zwischen der in Obergurgl beschriebenen typischen Subassoziation und den höher gelegenen Weideflächen auf der Kompardellalm in der Samnaun-Gruppe (Wagner 1965). Gute Übereinstimmungen gibt es schließlich mit dem Sieversio-Nardetum strictae, welches Unterluggauer (2003) im benachbarten Venter- und Rofental untersuchte. Nährstoffliebende Arten sind in Obergurgl jedoch weit wichtiger, während in Vent der Anteil an Magerkeitszeiger höher ist.

4.2 Trisetetum flavescentis Rübel 1911 (Goldhaferwiesen)

Das Trisetetum flavescentis weist nur wenige stete Differenzialarten auf wie *Phleum pratense*, *Taraxacum* Sect. Ruderalia, *Poa trivialis, Trifolium repens, Poa pratensis* und *Carum carvi* (D5, Tab. A1). Es unterscheidet sich vor allem durch das Zurücktreten bzw. Ausfallen der für das Sieversio-Nardetum strictae typischen Arten (Tab. A1). Das Trisetetum flavescentis wird in die Klasse Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970 gestellt (Ellmauer & Mucina 1993). Dafür sprechen zahlreiche Klassen-Charakterarten wie *Alchemilla vuglaris* agg., *Achillea millefolium* agg., *Leontodon hispidus, Ranunculus acris* und *Deschampsia cespitosa* (Tab. A1). Die Ordnung Poo apinae-Trisetetalia Ellmauer et Mucina 1993 (Almwiesen und -weiden, Ellmauer & Mucina 1993) ist durch die Charakterarten *Agrostis capillaris, Rumex alpestris*, *Campanula scheuchzeri* und *Poa alpina* belegt (Tab. A1). Die Verbandscharakterarten des Polygono-Trisetion Br.-Bl. et R. Tx. ex Marschall 1947 nom. inv. (Gebirgs-Goldhafer-Wiesen) *Trollius europaeus, Crocus albiflorus* und *Viola tricolor* sind zwar nur spärlich vorhanden, doch es gedeihen zahlreiche dominante und konstante Begleiter der Assoziation Trisetetum flavescentis wie etwa *Festuca nigrescens, Trifolium pratense* ssp. *nivale* und *Geranium sylvaticum. Trisetum flavescens* (Goldhafer) tritt hingegen nur in geringer Stetigkeit auf (Tab A1).

Das Trisetetum flavescentis gliedert sich in die Subassoziationen nardetosum und typicum (Tab. A1). Die Subassoziation nardetosum (Abb. 6) hat zahlreiche hochstete Arten mit dem Sieversio-Nardetum strictae gemeinsam (Begleiter, Tab. A1), verfügt aber über keine eigene Differenzialartengruppe. Die Indikatorarten-Analyse belegt jedoch die Differenzierung der Subassoziation mit den Arten *Geranium sylvaticum, Crepis aurea* und *Poa alpina* (Tab. 3). Sie gedeiht im Mittel auf 1966 m Meereshöhe. Diese Flächen weisen unter allen Subassoziationen den höchsten Hitze-Index (im Durchschnitt 132) und damit die für das Pflanzenwachstum un-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Abb. 6:
Das Trisetetum flavescentis nardetosum hat zahlreiche Arten mit dem Sieversio-Nardetum strictae gemeinsam. (Foto: Fabian Nagl)

günstigste Exposition auf (Tab. 4). Die mittlere Artenzahl und der mittlere Shannon-Index nehmen im Vergleich zum Sieversio-Nardetum strictae signifikant ab und betragen im Durchschnitt nur noch 26 Arten bzw. 2,63 pro Aufnahmefläche (Tab. 4). Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl sind signifikant höher als in den Subassoziationen des Sieversio-Nardetum strictae (Tab. 4). Der Anteil der Leguminosen steigt gegenüber dem Sieversio-Nardetum strictae deutlich an und beträgt nun im Mittel 11,3 %, Zwergsträucher fehlen (Tab. 4). Mehr als drei Viertel der Flächen werden aktuell einmal pro Jahr gemäht und überwiegend mit Mist, oft aber auch zusätzlich mit Mineraldünger gedüngt (Tab. A1). Vor allem der Anteil der alten Brachen sinkt deutlich gegenüber dem Sieversio-Nardetum strictae, während der Anteil der jungen Brachen hier am höchsten ausfällt (Tab. A1).

Das Trisetetum flavescentis typicum (Abb. 7) hebt sich durch eine umfangreiche Differenzialartengruppe gegenüber der Subassoziation nardetosum ab

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Abb. 7:
Das Trisetetum flavescentis typicum gedeiht am Talboden, wird intensiv bewirtschaftet und hat einen auffallend niedrigen Artenreichtum. (Foto: Fabian Nagl)

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

(D5, Tab. A1). Die wichtigsten davon sind *Phleum pratense*, *Taraxacum* Sect. Ruderalia, *Poa trivialis*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis* und *Carum carvi*. Die Indikatorwert-Analyse ermittelte acht Arten, welche für diese Gesellschaft typisch sind und mit den Differenzialarten fast gänzlich übereinstimmen (Tab. 3). Von allen Subassoziationen gedeiht das Trisetetum flavescentis typicum in den niedrigsten Lagen des Untersuchungsgebietes (1879 m), wo die Hänge nicht bis nur wenig geneigt sind. Der pH-Wert des Bodens weist hier den höchsten Wert im Vergleich zu den anderen Subassoziationen auf (Tab. 4). Die durchschnittliche Artenzahl und der mittlere Shannon-Index (16 bzw. 2,30) sind signifikant niedriger als in allen anderen Subassoziationen, vor allem im Vergleich zu jenen des Sieversio-Nardetum strictae. Gegenüber allen anderen Subassoziationen sind Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl signifikant höher (Tab. 4). Auch der Anteil der Leguminosen ist mit durchschnittlich 15,1 % am höchsten. Alle Bestände werden gemäht, 70 % zweimal im Jahr, 30 % einmal. Alle Flächen werden mit Mist gedüngt, 30 % davon zusätzlich auch mit Mineraldünger (Tab. A1). Diese Goldhaferwiesen werden zudem im Herbst mit Rindern und/oder Schafen nachbeweidet. Während der Anteil der Nachweide in der Subassoziation nardetosum nur etwa 40 % beträgt, liegt er bei der Subassoziation typicum doppelt so hoch (Nagl 2009).

Im Vergleich zu den in der Literatur beschriebenen Goldhaferwiesen unterscheidet sich das Trisetetum flavescentis des Untersuchungsgebietes durch seinen auffallend geringen Artenreichtum. Selbst im Vergleich zum Trisetum flavescentis im benachbarten Venter- und Rofental (Unterluggauer 2003, Mayer et al. 2010) bestehen diesbezüglich erhebliche Unterschiede. Dennoch gibt es zwischen den benachbarten Tälern zahlreiche floristische Gemeinsamkeiten. Das Trisetetum flavescentis des Untersuchungsgebietes weist außerdem eine gute Übereinstimmung mit der Originalbeschreibung dieser Assoziation nach Rübel (1911) im Berninagebiet auf. Enge floristische Bezüge gibt es auch zu den Aufnahmen von Ellmauer (1994) aus Tirol und mit dem Trisetetum flavescentis, das Dierschke (1979) in der Umgebung von Galtür untersucht hat. Die Goldhaferwiesen weisen hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung Bezüge zum Trisetetum flavescentis auf, welches Brugger (2011) auf der Pidigalm im Gsieser Tal in Südtirol zwischen 1620 und 2060 m Meereshöhe untersucht hat.

5. Diskussion

Die Bewirtschaftungsintensität (Mahd, Düngung) kann eindeutig als wichtigster Faktor für die Ausbildung der Pflanzengesellschaften in Ober- und Untergurgl

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

betrachtet werden. Meereshöhe und Neigung stehen mit dieser in direktem Zusammenhang: abgelegene und steilere Flächen werden extensiver bewirtschaftet oder wurden gänzlich aufgelassen. Mit zunehmender Nutzungsintensität nimmt die Artendiversität immer mehr ab. Unter den Umweltparametern überlagerte die Exposition (ausgedrückt durch den Hitze-Index) den Einfluss der Bewirtschaftung. Der pH-Wert des Bodens spielte hingegen keine Rolle.

Das Trisetetum flavescentis wird deutlich intensiver bewirtschaftet als das Sieversio-Nardetum strictae. Besonders gravierend wirkte sich die intensive Nutzung auf die Artenvielfalt aus: in Tallage betrug die mittlere Anzahl der Arten pro Aufnahmefläche nur noch 16. Diese Flächen sind vermutlich planiert worden und werden von Arten der Fettwiesen beherrscht. Durch die Einebnung gehen Strukturunterschiede im Mikrorelief verloren, welches vor allem im Berggebiet vielen verschiedenen Arten Wuchsmöglichkeiten bietet. Die intensive Düngung der Talmähwiesen wiederum wirkt sich ausgleichend auf die Bodenbeschaffenheit aus, wobei Unterschiede in den Standortfaktoren kompensiert werden (Marschall 1951). Die Düngung von Goldhaferwiesen fördert zudem wenige, angepasste krautige Arten (Dietl 1988).

Das Trisetetum flavescentis nardetosum vermittelt zwischen den Goldhaferwiesen und Bürstlingsrasen, ist jedoch durch die Mahd sowie durch die Artausstattung eindeutig den Goldhaferwiesen zuzuordnen. Im Unterschied zum Trisetetum flavescentis typicum werden die Nardetum-Wiesen nur einmal im Jahr gemäht, auch die Düngung ist nicht mehr so intensiv. Die Artenzahl ist gegenüber der intensiver bewirtschafteten Subassoziation typicum deutlich erhöht, erreicht aber bei weitem nicht den Wert der Bürstlingsrasen. Die einschürigen Wiesen schließen sich unmittelbar an die Tallagen an (Nagl 2009). Die Mahd wird zunehmend durch Beweidung ersetzt. Die Nutzung als Weide ist für das Sieversio-Nardetum strictae charakteristisch und generell gelten Borstgrasrasen als die typischen Magerweiden in der subalpinen Stufe (Dietl 1998) zwischen 1800 und 2200 m Meereshöhe (Oberdorfer 1978, Lüth et al. 2011b). Im Gegensatz zu den gemähten Goldhaferwiesen weisen Weideflächen eine höhere Vielfalt an unterschiedlichen Strukturen im Mikrorelief und dadurch eine höhere Artenvielfalt auf (Dierschke & Briemle 2002).

Die Bürstlingsrasen werden durch die Horste des Borstgrases bzw. Bürstlings (*Nardus stricta*) geprägt. Dieses Gras wurde vorwiegend sekundär durch die menschliche Tätigkeit gefördert (Reisigl & Keller 1994). Die Art war wahrscheinlich ursprünglich in länger schneebedeckten Lagen in Lawinen der hochmontanen und subalpinen Stufe verbreitet. Aufgrund der Anspruchslosigkeit gegenüber den Bodenverhältnissen und wegen der Resistenz gegenüber Viehtritt und Verbiss

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

hat sich *Nardus stricta* auf den Almen ausgebreitet (Reisigl & Keller 1994).
Die Studie in Obergurgl zeigte, dass sich die drei Subassoziationen des Sieversio-Nardetum strictae vor allem durch die Bewirtschaftungsweise unterscheiden, wobei eine zunehmende Nutzungsintensität von der Subassoziation vaccinietosum über typicum bis hin zu trifolietosum pratensis festzustellen war. Unter den Umweltfaktoren spielte die Meereshöhe die wichtigste Rolle. Die zwergstrauchreichen, höher gelegenen Flächen wurden bereits großteils vor mehr als 10 Jahren aufgelassen. Der deutliche Rückgang der Zwergsträucher in den Subassoziationen typicum und trifolietosum pratensis hat damit zu tun, dass einige der Flächen halb- bzw. einschürig gemäht und mit Mist, aber auch mit Mineraldünger gedüngt werden (Abb. 8). Mahd und Düngung fördern anspruchsvollere Hemikryptophyten (Peppler-Lisbach & Petersen 2001), während sich bei extensiver Beweidung Zwergsträucher ausbreiten können (Nagl 2009). Für die Differenzierung des Sieversio-Nardetum strictae in die Subassoziationen spielen aber auch die Bodenverhältnisse eine Rolle. Die Subassoziation trifolietosum pratensis gedeiht vor allem an Standorten mit tiefgründigen, frischen Böden, welche eine gute Nährstoffver-

Abb. 8:
Einzelne der abgelegeneren Bergwiesen werden auch heute noch gedüngt und mit der Hand gemäht.
(Foto: Brigitta Erschbamer)

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

sorgung aufweisen. Die beiden anderen Subassoziationen sind hingegen auf flachgründigeren und trockeneren Böden mit mäßiger bis geringer Nährstoffversorgung ausgebildet (Nagl 2009).

Anders als bei den Goldhaferwiesen wurden bei den Bürstlingsrasen in Obergurgl schon zahlreiche Flächen wegen ihrer Abgelegenheit oder Steilheit aufgegeben. Gänzlich aufgelassene Bestände verbrachen allmählich, jedoch hängt diese Entwicklung mehr von den Standortverhältnissen wie Meereshöhe, Feuchtigkeit und pH-Wert des Bodens ab als vom Alter der Brache. Die Subassoziation vaccinietosum weist den höchsten Anteil an alten Brachen auf. In höheren Lagen benötigen Zwergsträucher Jahrzehnte, um in aufgelassene Bestände einzuwandern (Tasser & Tappeiner 2002). In zahlreichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass der Anteil der Gräser, wie vor allem von *Carex sempervirens* und *Molinia caerulea,* deutlich zunimmt (z.B. Steinmair 1999, Tasser & Tappeiner 2002, Mayer & Grabner 2004). In Obergurgl sind es jedoch vor allem die Zwergsträucher, die zur Dominanz gelangen. Auffallend war, dass selbst in den alten Brachen nur ganz vereinzelt Keimlinge oder Jungwuchs von Bäumen (*Larix decidua, Pinus cembra*) zu beobachten waren. Das könnte mit der südlichen Exposition der Flächen in Zusammenhang stehen. Trockenere Bedingungen können sich nachteilig auf die Wiederbewaldung von Brachflächen auswirken (Maag et al. 2001). Vor allem der hohe Anteil an *Nardus stricta* und an Zwergsträuchern dürfte sich verzögernd auf die Ansiedlung von Gehölzen auswirken. Von Gräsern dominierte Gesellschaften zeichnen sich durch ein dichtes Wurzelwerk aus, zudem erschwert die Streuansammlung ein Aufkommen von Baumkeimlingen (Maag et al. 2001).

Die Diversität des Sieversio-Nardetum strictae änderte sich im Untersuchungsgebiet kaum (35–40 Arten/Aufnahmefläche). Selbst in der Subassoziation vaccinietosum mit dem größten Anteil an alten Brachen gab es keinen Rückgang der Artenvielfalt. Demgegenüber wurde jedoch in anderen Studien vielfach eine Abnahme der Artenzahl bei der Brachlegung extensiver Bergwiesen und -weiden festgestellt (z.B. Maag et al. 2001, Tasser & Tappeiner 2002, Niedrist et al. 2009). Allerdings herrscht in der Literatur keine generelle Einigkeit darüber.

Literatur

Aulitzky, H., Fromme, G., Schiechtl, H.M. & Stern, R. (1961) Beschreibungen des Gurglertales. In: Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung. Teil I. Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn 59: 33–52.

Austrheim, G., Gunilla, E., Olsson, A. & Grøntvedt, E. (1999) Land-use impact

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

on plant communities in semi-natural sub-alpine grasslands of Budalen, central Norway. Biological Conservation, 87: 369–379.

Bätzing, W. (1996) Landwirtschaft im Alpenraum – unverzichtbar, aber zukunftslos? Eine alpenweite Bilanz der aktuellen Probleme und der möglichen Lösungen. Blackwell, Berlin, 242 S.

Braun-Blanquet, J. (1964) Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer Verlag, Wien, 865 S.

Brugger, B. (2011) Die Wiesenvegetation der Pidigalm (Gsieser Tal, Südtirol). Masterarbeit, Universität Innsbruck, 100 S.

Dietl, W. (1988) Standort und Verbreitung der Kräuter in unseren Dauerwiesen. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung. Recherche agron. en Suisse, 27/2: 117–125.

Dietl, W. (1998) Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpweiden. Agrarforschung 5 (6): 1–8.

Dierschke, H. & Briemle, G. (2002) Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Ulmer Verlag. Stuttgart, 239 S.

Dierschke, H. (1979) Grünlandgesellschaften im oberen Patznauner Tal (Tirol/Österreich). Phytocoenologia, 6: 287–302.

Dierschke, H. (1994) Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 684 S.

Dufrêne, M. & Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs, 67/3: 345–366.

Ebus, A. (1986) Auswirkungen des Wintersports auf alpine Hänge – eine Schadenskartierung im Skigebiet Gurgler Tal/Ötztal, Tirol. Diplomarbeit, Geographisches Institut Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität, Bonn.

Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulißen, D. (1992) Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 2. Auflage.

Ellmauer, T. (1994) Die Syntaxonomie der Frischwiesen (Molinio-Arrhenatheretea p.p.) in Österreich. Tuexenia, 14: 151–168.

Ellmauer, T. (1995) Nachweis und Variabilität einiger Wiesen- und Weidegesellschaften in Österreich. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, 132: 13–60.

Ellmauer, T. & Mucina, L. (1993) Molinio-Arrhenatheretea. In: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I: Anthropogene Vegetation. Mucina, L., Grabherr, G. & Ellmauer, T. (Hg.) Gustav Fischer. Jena, Stuttgart, New York: 297–401.

Fischer, M.A., Oswald, K. & Adler, W. (2008) Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz, 1394 S.

Grabherr, G. (1987) Tourismusinduzierte Störungen, Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit der Vegetation in der alpinen Stufe. In: MaB-Projekt Obergurgl, Patzelt, G. (Hg.) Wagner Innsbruck, Band 10: 243–256.

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Grabherr, G. (1993) Caricetea curvulae. In: Grabherr, G. & Mucina, L. (Hg.) Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, New York: 343–372.

Grabner S. & Heiselmayer P. (2002) Diversity of Mountain meadows in the inner alpine valley Virgental/Eastern Tyrol. Razprave IV. Razreda Sazu, XLIII-3: 167–184.

Heiselmayer, P. (1982) Die Pflanzengesellschaften des Tappenkars (Radstädter Tauern). Stapfia, 10: 161–202.

Lüdi, W. (1948) Die Pflanzengesellschaften der Schynige Platte bei Interlaken und ihre Beziehung zur Umwelt. Eine vergleichende ökologische Untersuchung. Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel, 23: 1–400.

Lüth, C., Tasser, E., Niedrist, G., Della Via, J. & Tappeiner, U. (2011a) Plant communities of mountain grasslands in a broad cross-section of the Eastern Alps. Flora, 206: 433–443.

Lüth, C., Tasser, E., Niedrist, G., Della Via, J. & Tappeiner, U. (2011b) Classification of the Sieversio montanae-Nardetum strictae in a cross-section of the Eastern Alps. Plant Ecology, 212: 105–126.

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: 1–58.

Marschall, F. (1951) Beiträge zur Kenntnis der Goldhaferwiese (Trisetetum flavescentis) der Schweiz. Vegetatio, 3: 195–209.

Maurer, K., Weyand, A., Fischer, M. & Stöcklin, J. (2006) Old cultural traditions, in addition to land-use and topography, are shaping plant diversity of grasslands in the Alps. Biological Conservation, 130: 438–446.

Mayer, R. & Grabner, S. (2004) Die Vegetation der Bergmähder im Valsertal/Tirol. Tuexenia, 24: 227–246.

Mayer, R., Kaufmann, R., Vorhauser, K. & Erschbamer, B. (2009) Effects of grazing exclusion on species composition in high-altitude grasslands of the Central Alps. Basic and Applied Ecology, 10: 447–455.

Mayer, R., Nagl, F., Unterluggauer, P. & Erschbamer, B. (2010) Wirtschaftsgrünland zweier benachbarter Seitentäler im inneren Ötztal (Zentralalpen, Tirol/Österreich). Tuexenia, 30: 129–148.

McCune, B. & Grace, J.B. (2002) Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, 300 S.

Nagl, F. (2009) Vegetationskundliche Untersuchungen von Wiesen und Weiden im Raum Obergurgl. Diplomarbeit, Universität Innsbruck, 129 S.

Niedrist, G., Tasser, E., Lüth, C., Della Via, J. & Tappeiner, U. (2009) Plant diversity declines with recent land use changes in the European Alps. Plant Ecology, 202: 195–210.

Oberdorfer, E. (1978) Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II: Sand- und Tro-

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

ckenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. Bd. 2, Gustav Fischer, Stuttgart, 355 S.

Patzelt, G. (1996) Modellstudie Ötztal – Landschaftsgeschichte im Hochgebirgsraum. Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, 138: 53–70.

Peppler-Lisbach, C. & Petersen, J. (2001) Calluno-Ulicetea (G3). Teil 1: Nardetalia strictae. Borstgrasrasen. Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, 8: 1–116.

Reichelt, G. & Wilmanns, O. (1973) Vegetationsgeographie. Westermann, Braunschweig, 210 S.

Reisigl, H. & Keller, R. (1994) Alpenpflanzen im Lebensraum. Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 150 S.

Reisigl, H. & Keller, R. (1999) Lebensraum Bergwald: Alpenpflanzen in Bergwald, Baumgrenze und Zwergstrauchheide, 2. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Gustav Fischer, Heidelberg, Berlin, 158 S.

Rübel, E. (1911) Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Botanisches Jahrbuch Leipzig, 47: 1–646.

Rudmann-Maurer, K., Weyand, A., Fischer, M. & Stöcklin, J. (2008) The role of landuse and natural determinants for grassland vegetation composition in the Swiss Alps. Basic and Applied Ecology, 9/5: 494–503.

Steinmair, V. (1999) Die Vegetation von unterschiedlich genutzten Almflächen auf der Plätzwiese (Dolomiten, Südtirol). Diplomarbeit, Universität Innsbruck, 134 S.

Tasser, E. & Tappeiner, U. (2002) Impact of land use changes on mountain vegetation. Applied Vegetation Science, 5: 173–184.

Tasser, E., Mader, M. & Tappeiner, U. (2003) Effects of land use changes in alpine grasslands on the probability of landslides. Basic and Applied Ecology, 4/3: 271–280.

Tasser, E., Walde, J., Tappeiner, U., Teutsch, A. & Noggler, W. (2007) Land-use changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. Agriculture, Ecosystems and Environment, 188: 115–129.

Tasser, E., Ruffini, F.V. & Tappeiner, U. (2009) An integrative approach for analysing landscape dynamics in diverse cultivated and natural mountain areas. Landscape Ecology, 24: 611–628.

Ter Braak, C.J.F. & Šmilauer, P. (1998) CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Wageningen: Centre for Biometry, 352 S.

Unterluggauer, P. (2003) Die Vegetation in Vent und Rofen (Ötztal Tirol). Diplomarbeit Universität Innsbruck, 166 S.

Wagner, H. (1965) Die Pflanzendecke der Kompardellalm in Tirol. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, 3: 7–59.

© Alpine Forschungsstelle Obergurgl; download https://www.uibk.ac.at/afo/publikationen/copy_of_index.html.de und www.zobodat.at

Verzeichnis der AutorInnen

Roland Mayer
Institut für Botanik
Universität Innsbruck
Sternwartestr. 15, 6020 Innsbruck
Roland.Mayer@uibk.ac.at

Brigitta Erschbamer
Institut für Botanik
Universität Innsbruck
Sternwartestr. 15, 6020 Innsbruck
Brigitta.Erschbamer@uibk.ac.at

Fabian Nagl
Institut für Botanik
Universität Innsbruck
Sternwartestraße 15, 6020 Innsbruck
Fabian.Nagl@uibk.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Publikationen Alpine Forschungsstelle Obergurgl

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Mayer Roland, Nagl Fabian, Erschbamer Brigitta

Artikel/Article: Kapitel 1: Subalpine Wiesen und Weiden - die Kulturlandschaften der subalpinen Stufe 11-37