

# Biodiversität in der Kulturlandschaft Das Projekt Einödsberg – Begleituntersuchungen zur geänderten Weidenutzung auf einer Allgäuer Alpe

HUBERT HÖFER, ASTRID HANAK, RÜDIGER URBAN & INGMAR HARRY

## Kurzfassung

Wir berichten über ein abgeschlossenes 6-jähriges Projekt zur Bestandserhebung der Flora und Fauna auf einer beweideten Alpe im Allgäu. Die erhobenen Daten dienen als Grundlage für die Sicherung, Entwicklung und Restituierung der stark gefährdeten Lebensgemeinschaften im Natura 2000-Gebiet „Allgäuer Hochalpen“. Die vegetationskundlichen Untersuchungen zeigen einen Verlust von Artenvielfalt und eine Veränderung der Pflanzengemeinschaften durch die langjährige intensive Beweidung mit Schafen. Seit der vor Projektbeginn erfolgten Nutzungsumstellung auf extensive Rinderbeweidung mit experimentell nicht beweideten sowie gemähten Flächen haben sich in bestimmten Vegetationseinheiten die Deckung einzelner Arten und die Zusammensetzung der Artengemeinschaft je nach Nutzung unterschiedlich verändert. In den artenarmen Lägerfluren am Grat konnte v.a. durch Mahd die Rasenschmiele zu Gunsten anderer Arten zurückgedrängt werden. Insgesamt zeigen sowohl Mahd wie auch langfristig die Beweidung positive Effekte in den am stärksten von der früheren Schafbeweidung veränderten Flächen. In den Brachen war dagegen keine Veränderung zu beobachten. In den zoologischen Untersuchungen wurden laufaktive Arthropoden mit Bodenfallen erfasst und davon die Hundert- und Tausendfüßer (Chilopoda, Diplopoda), Spinnentiere (Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones, Acari: Oribatida), Ameisen (Formicidae), Heuschrecken (Saltatoria) und Laufkäfer (Carabidae) ausgewertet. Tagfalter wurden durch Beobachtung mit Fernglas und vereinzelt Fänge erfasst. Die Ergebnisse zeigen eine große Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet und ergaben viele neue Erkenntnisse zum Vorkommen naturschutzrelevanter Arten. Der Artenverlust durch die Vornutzung scheint geringer zu sein und die verlängerten, botanisch verarmten Gratstandorte sind noch artenreich. Verändert ist aber die Struktur der Taxozöosen. So sind z.B. die Spinnenzöosen extrem von wenigen Wolfspinnenarten dominiert. Die geomorphologischen und mikroklimatischen Bedingungen üben einen starken Einfluss aus, die aktuelle extensive Beweidung zeigte weniger klare Effekte. Eine gerichtete Entwicklung (zunehmender Artenreichtum, Erholung) der Tiergemeinschaften war bisher nur bei

den Laufkäfern zu beobachten. Die stärkste Veränderung der Artenzusammensetzung der Pflanzen- und Tiergemeinschaften ist bei Nutzungsaufgabe durch die zu erwartende z.T. sehr rasch fortschreitende Ausbreitung der Grünerle zu erwarten.

## Abstract

**Scientific evaluation of different grazing regimes on a Bavarian alpine meadow (Alpe Einödsberg, Allgäu, Germany) – a contribution to the knowledge on biodiversity of the cultural landscape in the European Alps**

We report on a concluded 6-year scientific inventory of flora and fauna of an alpine meadow. Data form the basis for the protection, dynamics and restitution of endangered habitat types like (sub-)alpine grassland and meadows (Nardetum). Botanical results show the loss of species due to the long-term intensive use by sheep. Before the project started this use was stopped and an extensive use by a controlled cattle pasturing was practiced, including mowing of some smaller plots and keeping some sites as fallow. In general, vegetation structure has changed positively during the observed period, mainly in the most disturbed sites and most strongly and rapidly by mowing. In fallow sites no significant change could be observed. For the zoological study pitfall traps were used to sample the active epigeic fauna. From these captures Myriapoda, Arachnida, Formicidae, Saltatoria and Carabidae were evaluated. Butterflies were regularly observed and sampled on few occasions. The results show a comparably high species richness on the whole alp, most remarkably also in the botanically impoverished sites on the ridge. Former intensive sheep pasturing mainly altered community structure, e.g. led to a high dominance of few lycosid species in the spider assemblage. Geomorphological and microclimatic conditions did influence the assemblages more than the actual extensive pasturing. The change to an extensive use went ahead with a regeneration of the carabid species assemblage only, whereas for spiders no directional change was observed. The most significant alteration in species composition would occur under abandonment of use and the consequent expansion of the dwarf alder.

## **Autoren**

Dr. HUBERT HÖFER, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe, hubert.hoefer@smnk.de;

Dipl.-Biol. ASTRID HANAK, Arbeitsgemeinschaft Vegetation der Alpen (AVEGA), Seestr. 18, D-86899 Landsberg;

Dipl.-Biol. RÜDIGER URBAN, Arbeitsgemeinschaft Vegetation der Alpen (AVEGA), Puchheimer Weg 11, D-82223 Eichenau, buero@avega-alpen.de;

Dipl.-Landsch.-Ökol. INGMAR HARRY, Büro für Artenschutz, Biotoppflege und Landschaftsplanung, Nägeleseestr. 8, D-79102 Freiburg, ingmariot@gmx.net.

## **1 Einleitung**

Die Alpen sind durch ihre Lage als Hochgebirge mitten in Europa und die europäische Kulturgeschichte ein einzigartiger und dabei naturräumlich besonders diverser und dynamischer Lebens- und Kulturraum (BÄTZING 2005). Der Mensch hat die Ökosysteme der Alpen sehr früh grundlegend umgestaltet. Teilweise sogar vor der Urbarmachung der talnahen Gebiete entstand durch Vergrößerung des höher gelegenen subalpinen Offenlands mittels Rodungen die Kulturstufe der Almen (bayerisch-österreichisch) oder Alpen (alemannisch), bestehend aus gemähten Wiesen und vom Vieh geprägten Weiden. Dadurch wurde in weiten Teilen des Alpenraumes die Waldgrenze um ca. 300 m nach unten gedrückt. Je nach Höhenlage werden die Almen nur wenige Tage bis Wochen für die Beweidung genutzt. Sie regenerieren sich während dem noch kürzeren Rest der Vegetationsperiode, bevor sie vom Schnee bedeckt werden. Beweidung über einen kurzen Zeitraum und mit relativ wenigen Tieren, wie sie während der frühen Nutzung der Alpen erfolgte, erhöht in der Regel die Vielfalt der Vegetationsstrukturen (DENNIS et al. 1997, GARDNER et al. 1997, MORRIS 2000). Es kommt einerseits zu Tritt- und Störstellen, auf denen sonst dominante Pflanzenarten zurückgedrängt werden, andere Arten aber bevorzugt siedeln. Andererseits gibt es nur sporadisch genutzte Bereiche mit geringerem Beweidungseinfluss. Dadurch entstehen kleinräumige Mosaik mit einer großen Zahl an Blütenpflanzen in der gesamten Fläche. Eine erhöhte pflanzliche Struktur- und Artenvielfalt bietet dann auch einer größeren Anzahl von Tierarten die entsprechenden Mikrohabitate (DENNIS et al. 2001, MORRIS 2000, PERSIGHEHL et al. 2004, TSCHARNTKE & GREILER 1995). Die Ve-

getation auf den Weiden hängt eng mit der Art der Viehhaltung (Koppelhaltung, freier Weidengang, Umtriebsweide) und Intensität der Beweidung zusammen (TOPP 1986). Zum einen hält eine regelmäßige Beweidung den Baum- und Krummholzwuchs zurück, zum anderen kann sie zur Bodenverdichtung und starken Düngung (Eutrophieren) der Weideflächen führen. Die Eutrophierung ist besonders bei Koppelhaltung von Schafen und an deren bevorzugten Ruheplätzen (Läger) sehr stark.

Über Jahrhunderte extensiver Nutzung sind in den Alpen artenreiche Offenlandflächen unterschiedlicher Ausprägung in Abhängigkeit von natürlichen Gegebenheiten (z.B. Geologie, Klima und biogeographische Lage) sowie der Art der Nutzung (Art der Weidetiere, Beweidungsintensität) entstanden. In den letzten 100 Jahren hat sich die Nutzung jedoch stark gewandelt. Während noch vor 100 bis 200 Jahren die Berglandwirtschaft eine große Rolle in den europäischen Alpen spielte, ist sie heute wegen der kurzen Vegetationszeit, dem geringen Flächenertrag, erschwertem Maschineneinsatz und Transport gegenüber der intensivierten Landwirtschaft in den europäischen Gunstgebieten nicht mehr konkurrenzfähig und im gesamten Alpengebiet stark zurückgegangen, in Bayern aber noch weitgehend stabil. Während die frühe Nutzung neben der Beweidung mit Rindern, Pferden, Schafen oder Ziegen immer auch eine Mahd mit einschloss (Wildheufelder, Bergmäher) wurde diese schwere, zeit- und arbeitsaufwändige Bewirtschaftung auf den meisten Alpen aufgegeben. In der traditionellen Almwirtschaft spielte der sorgsame Umgang mit den natürlichen Ressourcen eine wichtige Rolle. Dazu zählte die Behirtung des Weideviehs, die eine Über- bzw. Unternutzung durch gezielte Weideführung auf den Almflächen verhinderte, aber auch der Kontrolle des wertvollen Viehbestands diente. Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts war beispielsweise die Behirtung von Schafherden in den Alpen obligatorisch. Heute werden die Schafe während der sommerlichen Älpung sich selbst überlassen und nur selten zum Zählen und zur Kontrolle aufgesucht. Zudem wurden einige Alpen von der arbeitsintensiveren behirteten Rinderbeweidung auf Schafbeweidung umgestellt.

Die Auswirkungen von großen, mehr oder weniger unbehirteten Schafherden auf subalpine Weideflächen sind gravierend. Ungleichmäßige Beweidung verursacht an einigen Stellen extreme mechanische Beanspruchung der Vege-

tationsdecke durch Tritt und Verbiss und insgesamt eine Verschiebung in der Artenausstattung. Weideresistente Arten, v.a. Gräser, nehmen zu, während konkurrenzschwache, meist krautige Arten verdrängt werden. Die Folge ist eine Verfilzung durch wenige, sich stark ausbreitende Grasarten und die Zunahme von vom Vieh gemiedenen krautigen Arten wie z.B. dem Weißen Germer. Dabei hat die Beweidung durch Schafe grundsätzlich andere Auswirkungen auf die Vegetation als eine Beweidung durch Rinder (BÖTTCHER et al. 1992), da Schafe ihre Futterpflanzen tiefer als Rinder abbeißen.

Der Einfluss der Beweidung auf die Tierwelt hängt ebenfalls stark von den abiotischen Ausgangsbedingungen, der Nutzungsform und der betrachteten Tiergruppe ab. Insgesamt ist aber weit weniger über die Auswirkung von Beweidung auf die extrem artenreiche und z.T. ungenügend bekannte Wirbellosenfauna der Alpen bekannt, als über die Auswirkungen auf die Vegetation.

Für den Naturschutz stellt die sozio-ökonomische Entwicklung im Alpenraum eine Herausforderung bezüglich der Formulierung bzw. Abwägung der Ziele Arten- und Prozessschutz, Erhalt funktioneller Lebensgemeinschaften und nachhaltige Nutzung dar. Der nachlassende Nutzungsdruck auf die Almen und zunehmende Auflassung ehemals genutzter Flächen eröffnet also dem Naturschutz im Hinblick auf den Erhalt von Biodiversität (Artenvielfalt) enorme Möglichkeiten. Nach einem Paradigmenwechsel im Naturschutz, vom klassischen Schutz „pseudonaturlicher“ Flächen (auch gegen Widerstand der lokalen Bevölkerung) hin zu einer angepassten Form der Nutzung mit den Zielen Erhalt der Artenvielfalt, Biotope und Landschaften, wird von der Internationalen Alpenschutzkommission CIPRA eine Koalition zwischen Landwirtschaft, Natur- und Heimatschutz im gesamten Alpenraum gefordert ([www.alpen-konvention.org](http://www.alpen-konvention.org)). Da es in den Alpen unterhalb der hochalpinen Stufe keine vom Menschen völlig unbeeinflusste Naturlandschaft mehr gibt, sondern die Kulturlandschaft aufgrund einer Landnutzungsänderung in den unzugänglichen und schwer zu bewirtschaftenden Bereichen immer extensiver genutzt wird („verwildert“), geht es um eine Entwicklung der „Wildnis“ im Einklang mit Land-, Alm-, Forstwirtschaft, der Jagd und der lokalen Bevölkerung mit dem Ziel sozialverträglich und räumlich vernetzte Schutzgebiete sowie eine umweltverträglich nachhaltige Entwicklung unter Vermeidung von Über- und Unternutzungen in den Regionen

zu erreichen (BÄTZING 2005). Für einen wissenschaftlich fundierten Ansatz unter Einbeziehung aller Interessengruppen hat z.B. der WWF eine langfristige Vision für den Schutz der Alpenvielfalt entwickelt. Dafür wurden Vorranggebiete für den Naturschutz ausgewiesen, zu denen auch das Allgäu (zusammen mit dem österreichischen Lechtal) gehört (MÖRSCHEL 2004).

Wie auf vielen anderen Bergen im Allgäu wurden auch die steilen Hänge der Einödsberg-Alpe unter dem Wilden- und Spätengundkopf noch Anfang des 20. Jahrhunderts stark gemäht und z.T. mit (wenigen) Rindern bestoßen (ENZENSBERGER 1906). Seit den 70er Jahren und bis 1999 wurde das Gebiet dann mit über 2000 Schafen beweidet. Diese intensive unkontrollierte Be- und Überweidung durch die Schafe hat die Vegetation vor allem im Grabbereich stark verändert und degradiert. Durch den im Jahr 2000 vollzogenen Besitzerwechsel im Gebiet ergab sich eine von den verschiedenen Interessengruppen (Besitzer, Naturschutzbehörden, Alpgenossenschaft Einödsberg, Alpwirtschaftlicher Verein, Naturschutzverband LBV, Regierung von Schwaben, Wissenschaftler) kontrovers geführte Diskussion um mögliche und notwendige Änderungen in der Nutzung. Konkret stellte sich die Frage, ob im Weidegebiet innerhalb des Schutzgebiets noch Nutzung durch Beweidung stattfinden sollte, ob Pflege- oder Managementmaßnahmen notwendig wären, oder ob man das Gebiet sich selbst und damit einer natürlichen Sukzession überlassen sollte. Nach Vermittlung von Dipl.-Biol. MAX JAKOBUS (ehemals LBV) wurde beschlossen, im Rahmen eines Projekts extensive Beweidung mit Jungrindern zuzulassen und ab 2001 durchzuführen. Naturschutzfachliches Ziel war und ist es, Flora und Vegetation in den subalpinen Rasen zu regenerieren und gleichzeitig eine traditionelle Nutzung zu erhalten. Es wurde eine Alpgenossenschaft gegründet und mit HELMUT RADECK ein erfahrener Hirte eingestellt. Er praktizierte eine geplante und kontrollierte Weideführung durch variables Auszäunen mit dem Ziel, die zur Verfügung stehende Weidefläche möglichst gleichmäßig zu bestoßen und Standweiden zu vermeiden.

Von Beginn an waren wissenschaftliche Begleituntersuchungen zur geänderten Weidenutzung in Hinblick auf Flora, Vegetation sowie ausgewählte Tiergruppen vorgesehen. Ziel dieser Untersuchungen waren fundierte Aussagen zur Sicherung, Entwicklung und Wiederherstellung der historisch gewachsenen Lebensgemeinschaften im Schutzgebiet.

Konkrete Fragestellungen waren:

- Welche Pflanzengesellschaften mit welcher Artausstattung und welche bemerkenswerten Arten Höherer Pflanzen kommen im Untersuchungsgebiet (UG) vor?
- Wie stellt sich die Flora und Vegetation im UG im Verhältnis zu vergleichbaren, nicht mit Schafen beweideten Gebieten dar?
- Wie verändert sich die Vegetation nach Aufgabe der Schafbeweidung unter a) intensiver Beweidung durch Rinder, b) extensiver Beweidung durch Rinder, c) Nutzungsauffassung, d) Mahd?
- Inwieweit lassen sich die gewonnenen vegetationskundlichen Erkenntnisse auf andere Gebiete mit vergleichbarer Problematik übertragen?
- Wie hoch ist die Artenvielfalt der Arthropoden im Untersuchungsgebiet?
- Welche Faktoren prägen Artenreichtum und Zusammensetzung der untersuchten Bodentiergemeinschaften?
- Wie stark hat sich die Arthropodenfauna durch die langjährige intensive Schafbeweidung verändert?
- Wie hat sich die Fauna nach Aufgabe der Schafbeweidung verändert?
- Wie lassen sich die Ergebnisse der vegetationskundlichen und faunistischen Untersuchungen in Hinblick auf Nutzungsempfehlungen zusammen interpretieren?

Nach sechs Jahren Feldarbeit und der Auswertung der umfangreichen Daten liegen nun zu den meisten Fragen klare Antworten vor. Die räumlich und zeitlich intensive Aufnahme der Höheren Pflanzen und verschiedener wirbelloser Tiergruppen hat zu einer umfangreichen und außergewöhnlich guten Kenntnis der Biodiversität dieses Gebiets geführt. In diesem Artikel wird ein Überblick über die bisherigen Forschungsergebnisse gegeben. Ein Teil der fachspezifischen Ergebnisse ist in weiteren Artikeln in diesem Band dargestellt (HARRY & HÖFER 2010; HÖFER et al. 2010; URBAN & HANAK 2010), einzelne Aspekte wurden bereits publiziert (MUSTER et al. 2008, URBAN & MAYER 2006, 2008).

## 2 Untersuchungsgebiet

Die **Allgäuer Alpen** sind aufgrund ihrer Lage, der Geologie und der Kulturgeschichte das (floristisch) artenreichste Gebiet der Bayerischen

Alpen und gelten als ein Biodiversitätszentrum der Nördlichen Kalkalpen. Sie zeigen in einem ausgedehnten Höhenstufengradienten eine den vielfältigen Gesteinen entsprechende Mannigfaltigkeit landesweit seltener Standorte und herausragender Bestände mit Vorposten der zentralalpiner Flora. 1992 wurde deshalb das Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen mit 20.724 ha eingerichtet. Seit 2001 sind die Allgäuer Hochalpen Bestandteil der europäischen Natura 2000 Schutzgebiete (FFH- und SPA-Gebiet). Die Stiftung Bayerischer Naturschutzfonds und eine Kofinanzierung durch die Europäische Union sowie eines Trägers ermöglichen seit 2003 die Etablierung von Gebietsbetreuern in Bayern, die sich für den Erhalt schutzwürdiger Landschaften in Bayern einsetzen. Für die Gebietsbetreuung der Allgäuer Hochalpen hat der LBV die Trägerschaft übernommen. Das Erscheinungsbild der Allgäuer Gras- oder Blumenberge, einer Gebirgslandschaft von hoher landschaftsästhetischer Bedeutung, geht neben besonderen geomorphologisch-geologischen Faktoren zum Großteil auf die Nutzungsgeschichte zurück. Auf nährstoffreichen lehmigen Böden über dem Untergrund der weichen, tonig-mergeligen Gesteine der Allgäuschichten wird seit der Rodung des Bergwalds im Mittelalter vom Menschen Mahd (durch die die Alpen im 14. Jahrhundert bevölkernden Walser) und Weidewirtschaft (Alpwirtschaft) betrieben (BÜRKLE 1980). Die gemähten Flächen (Bergmäher, Lahnerassen, Wildheuplängen) waren für die Produktion von hochwertigem Winterfutter von großer Bedeutung. Durch die extensive Mahd- und Weide-Nutzung sind besonders artenreiche Rasengesellschaften unterschiedlicher pflanzensoziologischer Anbindung entstanden, die von ca. 1500 bis auf 2000 m Höhe reichen. Für diese speziell ausgebildeten Lebensraumtypen trägt Deutschland im europäischen Rahmen eine ganz besondere Verantwortung. So wird dem Erhalt dieses für die Bayerischen Alpen einmaligen Biodiversitätszentrums in der so genannten „gebietsbezogenen Konkretisierung der Erhaltungsziele“ des FFH-Gebiets Allgäuer Hochalpen folgendermaßen Rechnung getragen: „Erhaltung bzw. Wiederherstellung der alpinen Heiden und des boreo-alpinen Graslandes auf Silikatsubstraten, der alpinen und subalpinen Kalkrasen sowie der Berg-Mähwiesen in ihren nutzungsgeprägten Ausbildungsformen; Erhaltung des Offenlandcharakters; Erhaltung extensiv genutzter und gepflegter Bestände, sofern die Nutzung zur Qualitätssicherung erforderlich ist“.

Im gesamten Schutzgebiet Allgäuer Hochalpen ist die Alpwirtschaft heute als relativ intensive landschaftsprägende Grenzlagennutzung verbreitet.

4.578 ha (22 % der Fläche) werden aktuell alpwirtschaftlich genutzt, 25 % der Alpflächen liegen oberhalb 1800 m. Dabei bedeutet Alpwirtschaft zumindest in den Bayerischen Alpen heutzutage überwiegend eine Beweidung durch Rinder.

Die **Einödsberg-Alpe** liegt etwa 15 km südlich von Oberstdorf, östlich der Stillach, und ist von Einödsbach über einen schmalen Pfad von Süden her erreichbar. Ein weiterer Aufstieg, auf dem auch das Vieh aufgetrieben wird, nimmt seinen Ausgang vom Fahrweg zwischen Birgsau und Einödsbach. Das beweidete Gebiet reicht östlich bis zum Grat vom Schmalhorn (1952 m ü. NN) im Norden und Wildengundkopf (2238 m) im Süden (TK 25: 8627; 10,275-10,390°N; 47,317-47,332°W; Abb. 1, Tafel 1, a). Von diesem Gratrücken ziehen sich die beweideten steilen Grasflanken abwärts nach Westen zur nördlich gelegenen Vorderen Einödsberg-Alpe (1647 m, Tafel 1, b) bzw. zur südlichen Hinteren Einödsberg-Alpe (1555 m, Tafel 2, a). Die vom Hirten bewohnte Hintere Alpe liegt in einer glazial überformten Mulde mit einem vorgelagerten Rundhöcker (Bichl) und wird nach Westen vom namensgebenden, sanften und bereits bewaldeten Einödsberg zum Stillachtal hin abgeriegelt (Tafel 2, b).

### 2.1 Klima

Das Untersuchungsgebiet liegt wie die gesamten Allgäuer Alpen auf Grund der Stauwirkung der Nordalpen im Bereich des ozeanisch getönten Alpenrandklimas, das sich durch hohe Niederschlagsmengen – im Weidegebiet über 2.000 mm – auszeichnet. Charakteristisch sind sommerliche Westwinde und winterliche Südwinde. Die mittlere Jahrestemperatur im Gebiet beträgt 4,5 °C. Die Vegetationsperiode dauert ca. 145 Tage. Sommerliche Starkregenereignisse und relativ hohe Schneelagen charakterisieren das Gebiet.

2007 wurden 48 automatisch registrierende Temperaturmessgeräte (WatchDog-Logger) paarweise an 24 Standorten in Höhen von 1550 bis 1988 m exponiert (Messintervall 60 min., Messung über vier Monate). Von Anfang Juni bis Ende September 2007 traten Extremtemperaturen von –3,5 °C (am Grat) bis 45 °C (knapp unterhalb des Grats an einem windgeschützten südexponierten Standort) auf. Die Tagesmittel während der Vegetationsperiode schwankten zwischen 0 °C und 20,5 °C. Die über die Vege-

tationsperiode 2007 gemittelte Tagestemperatur lag je nach Standort zwischen 9,2 °C (in einer Grünerlensukzession und knapp unterhalb des Grats) und 12,8 °C (am niedrigsten Standort in der Nähe der Hinteren Alphütten). Sie nimmt linear mit zunehmender Höhe ab ( $a = -0,0065$ ,  $R^2 = 0,54$ ,  $p < 0,001$ ) und ist mit der Strahlungssumme, berechnet über Exposition und Inklination, positiv korreliert ( $a = 0,0041$ ,  $R^2 = 0,29$ ,  $p < 0,01$ ).

### 2.2 Geologie

Das Weidegebiet um den Einödsberg ist ein Element der aus Fleckenmergeln aufgebauten Allgäuer Grasberge. Die Gesteine selbst treten meist nur an Erosionsrinnen und Blaiken hervor. Es handelt sich um graue bis schwärzliche, bräunlich oder gelblich anwitternde Gesteine, die deutlich geschichtet sind und aus abwechselnd festen und sehr weichen Bänken bestehen (SCHOLZ 1995). Die festen grauen Bänke sind aus feinkörnigen Kalksteinen, wie sie als Gipfelbildner von Spätengund-, Wildengund- und Linkerskopf zu sehen sind, aufgebaut. Die schwärzlichen, weichen, schiefrig zerfallenden Zwischenlagen aus Mergeln bilden die Mittelhänge zwischen Vorderer und Hinterer Einödsberg-Alpe. Sowohl nach Norden (nördlich des Schmalhorns) als auch nach Süden (südlich des Wildengundkopfes) werden die jurassischen Mergel der Allgäudecke von triassischem Hauptdolomit der Lechtaldecke überschoben. Diese auffällige Grenze wird nördlich des Schmalhorns beeindruckend durch das Vorkommen der Latsche über dem anstehenden Hauptdolomit belegt. Nach Süden kulminieren die Mergel im 2238 m hohen Wildengundkopf, der im weiteren südlichen Verlauf kurz in einen Sattel abkippt. Am Ende dieser Mulde sind auch hier die Mergel der Allgäudecke entlang einer Störungszone vom Hauptdolomit mit seinen Felsbildungen überschoben worden.

### 2.3 Aktuelle Nutzung

Nach Aufgabe der Schafbeweidung 2001 wurde erstmals im engeren Bereich zwischen Vorderer- und Hinterer Einödsberg-Alpe mit 48 Stück Jungvieh beweidet, in den Jahren bis 2008 in unterschiedlichen Stückzahlen zwischen 79 und 129 Stück Jungvieh (Tab. 1). In Absprache mit den Wissenschaftlern wurden bestimmte Flächen ausgehagt und so von der Beweidung ausgenommen. Durch längeres Bestoßen möglichst früh in der Vegetationsperiode sollten die verfilzten Rasenschmielen-Bestände in den Läger-

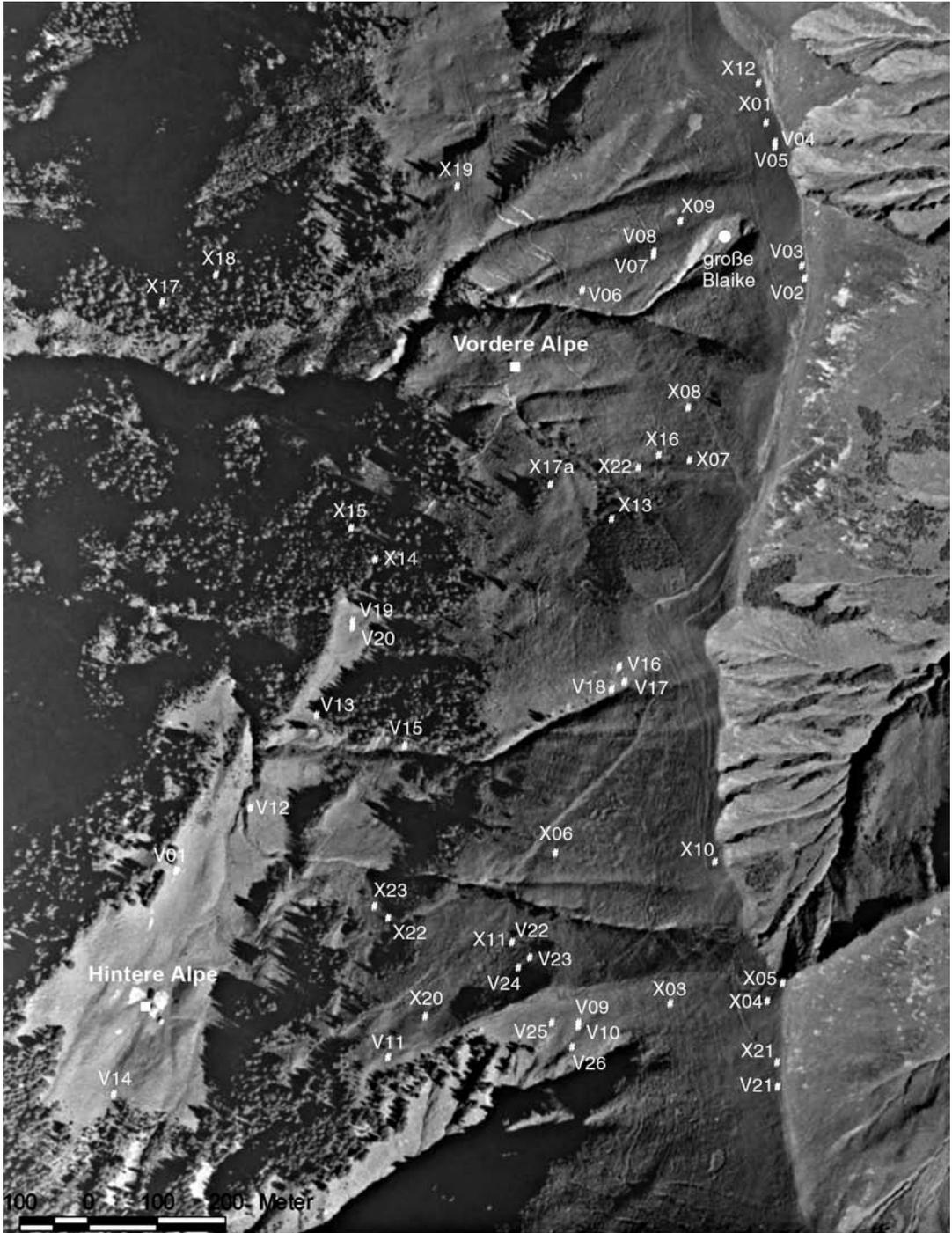


Abbildung 1. Luftbild vom Untersuchungsgebiet Einödsberg-Alpe mit eingezeichneten Dauerbeobachtungsflächen und Bodenfallen-Standorten (siehe Anhang).

Tabelle 1. Bestockungszahlen im Weidegebiet Einödsberg-Alpe seit 2001.

Jahr	Weideperiode	Tage	Jungvieh (Stück)	Kälber (Stück)
2001	Mitte Juni bis Sept.	100	48	
2002	Mitte Juni bis Sept.	100	97	12
2003	14. Juni – 26. Sept.	105	69	6
2004	15. Juni – 25. Sept.	103	93	14
2005	13. Juni – 24. Sept.	104	90	17
2006	17. Juni – 21. Sept.	97	117	20
2007	11. Juni – 6. Sept.	88	129	13
2008	15. Juni – 22. Sept.	100	79	19

fluren des Grats zurückgedrängt werden. Dies war jedoch wetterbedingt nur in wenigen Jahren durchführbar. Nach den Erfahrungen im extrem trockenen Sommer 2003 wurde 2004 eine solarbetriebene Pumpe auf dem Grat installiert und in Betrieb genommen, um ausreichend Trinkwasser für die Weidetiere an höher gelegenen Stellen verfügbar zu machen. Wenige ausgewählte Flächen wurden gemäht, um die Auswirkungen dieser Nutzungsform auf die Vegetation zu dokumentieren.

## 2.4 Design und Methoden

### 2.4.1 Botanische Untersuchungen

Zunächst wurde das gesamte Untersuchungsgebiet vegetationskundlich im Maßstab 1 : 5000 erfasst. Auf dieser Grundlage konnten dann die nutzungsbedingten Veränderungen der einzelnen Pflanzengesellschaften durch Aufnahmen 2004, 2006 und 2008 an 26 Dauerbeobachtungsflächen (DBF, V-Standorte s. Anhang) dokumentiert werden. Die DBF von 5 x 5 m Größe wurden an den Eckpunkten durch je einen Pfosten mit Betonkopf und drei Metallpfosten mit Kunststoffabdeckung markiert. Die Lage (Koordinaten) der DBF wurde mit Hilfe eines GPS, Exposition und Neigung mit Kompass bestimmt. Die Aufnahme der Vegetation in den DBF erfolgte nach BRAUN-BLANQUET (1964). Neben Artvorkommen und geschätzten Dominanzen wurde der Gesamtdeckungsgrad erfasst. Von Sonderstandorten wie Blaiken wurden Größe und Form skizziert. Die Aufnahmen in DBF sollten möglichst alle relevanten Pflanzengesellschaften und zugleich alle Nutzungsvarianten abdecken. Einen Schwerpunkt der Untersuchungen bildeten die stark veränderten Gratbereiche mit ihren von Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) dominierten

Lägerfluren sowie die verarmten, verbrachten und verfilzten Borstgrasrasen (Nardetum) an den Westhängen. Untersucht wurden auch andere Borstgrasrasen-Gesellschaften, wie die artenreichen, von Schafen unbeeinflussten Bunthafer-Borstgrasrasen (Aveno-Nardetum) unterhalb des Grats, die zwergstrauchreichen Borstgrasrasen oberhalb der Hinteren Einödsberg-Alpe, durch Grünerlensukzession charakterisierte Borstgrasrasen sowie andere das Gebiet kennzeichnende Weidegesellschaften, wie Kammgras- bzw. Milchkrautweiden (Festuco-Cynosuretum bzw. Crepido-Festucetum rubrae) und Straußgras-Gesellschaften (*Agrostis tenuis* - *Phleum pratense* - Gesellschaft) im Talboden zwischen den beiden Alpen. Weitere DBF wurden in geschlossenen Grünerlenbeständen am Westhang sowie in Erosionsflächen (Blaiken) angelegt.

In den wichtigsten Vegetationseinheiten wurden jeweils Flächen mit Rindern beweidet, gemäht oder aus der Nutzung genommen. Von der Beweidung auszunehmende und zu mähende Flächen wurden jeweils benachbart unter möglichst ähnlichen Standortbedingungen angelegt und weiträumig ausgezäunt. Einige Bereiche im Weidegebiet, wie Teile des relativ steilen Oberhangbereichs, waren grundsätzlich von der Rinderbeweidung ausgenommen. Die Sukzession auf diesen Kalkrasen (Seslerion-Gesellschaften) dokumentiert begleitend die Entwicklung ohne anthropogenen Einfluss.

Referenzflächen außerhalb des Untersuchungsgebiets umfassen Rostseggenrasen diverser Ausbildungen am Musskopf, Berggächtle und am Älpelesattel an der Höfats. Die Fläche am Musskopf gehört zu einem primären Rostseggenrasen (Caricetum ferrugineae) ohne erkennbare Nutzung, die anderen beiden Flächen stellen ehemalige Wildheufelder dar. Eine weitere Referenzfläche befindet sich im Nacktriedrasen (Elynetum) am Berggächtle. Der primäre Gratrasen verfügt über vergleichbare Standortverhältnisse und geologische Voraussetzungen wie der Grat zwischen Spätengundkopf und Schmalhorn. Referenzflächen wurden außerdem in Blaugras-Horstseggenrasen (Seslerio-Caricetum sempervirentis, Mergeltyp) am Glasfelder Kopf (primärer Bestand, nie genutzt, Nullfläche) und am Linkerskopf bzw. Kegelkopf eingerichtet. Am Linkerskopf und Kegelkopf handelt es sich um ehemalige Schafweiden. Am Söllerkopf wurde eine DBF in ein ehemals als Wildheufelder genutztes Aveno-Nardetum gelegt. Allen Flächen ist eine Nutzungsauffassung gemeinsam.

Die Flora der Höheren Pflanzen im gesamten UG wurde durch mehrfache Begehungen und gezieltes Absuchen der unterschiedlichsten Flächen im Rahmen der von 2001 bis 2004 im Landkreis Oberallgäu durchgeführten Alpenbiotopkartierung erfasst. Bedeutende Nachweise sind im Herbar der Botanischen Staatssammlung München belegt und sind teilweise bereits publiziert (URBAN & MAYER 2006, 2008). Revision und teilweise Determination von Arten der Gattung *Hieracium* erfolgte durch Dr. FRANZ SCHUHWERK (Bot. Staatssammlung München), der Gattung *Alchemilla* durch SIGURD E. FRÖHNER (Dresden).

#### 2.4.2 Zoologische Untersuchungen

Für die Erfassung kleinräumiger Unterschiede in der Besiedlung bzw. Aktivität der Bodenfauna in unterschiedlichen Vegetationstypen und unterschiedlich beweideten Flächen wurden Bodenfallen (Barberfallen) eingesetzt. Unmittelbar angrenzend an bereits eingerichtete botanische DBF wurden für die zoologischen Untersuchungen Fallenstandorte bestimmt. Sechs Fallen pro Standort wurden jedes Jahr dreimal für je 14 Tage fängig gemacht: Die erste Fangperiode lag in der ersten Junihälfte, die zweite in der ersten Julihälfte und die dritte Mitte September. Die erste Öffnung erfolgte möglichst früh nach der Ausaperung der Flächen am Grat im Juni. 2005 wurden zur Erfassung der Phänologie einzelner Arten und des Verlaufs der Aktivitätsdichte alle Bodenfallen über die volle Vegetationsperiode (16 Wochen) fängig gehalten und im Abstand von zwei Wochen geleert.

Mit Bodenfallen gut erfassbar und identifizierbar sowie aufgrund ihres Indikatorpotentials wurden die folgenden Arthropodentaxa für die Untersuchung aussortiert: Hundertfüßer (Chilopoda, Räuber) und Tausendfüßer (Diplopoda, Primärzer-setzer); Websspinnen (Araneae), Weberknechte (Opiliones) und Laufkäfer (Carabidae), (Räuber). Aus den Beifängen wurden die folgenden Taxa in unterschiedlicher Tiefe bearbeitet: Afterskorpione (Pseudoscorpiones), Hornmilben (Oribatida), Ameisen (Formicidae) und Heuschrecken (Saltatoria). Unter Naturschutzaspekten interessierten sowohl die Bedingungen für den Erhalt bzw. das Verschwinden einzelner Zeigerarten (Ziel- wie Leitarten) als auch die Veränderungen in der Artenvielfalt der entsprechenden Taxozönose (Zustands- und Entwicklungsbewertung).

Im Gegensatz zu den botanischen Untersuchungen, die auf eine möglichst umfangreiche Erfassung der Vegetationseinheiten im Gebiet

und deren Entwicklung nach Aufgabe der intensiven Schafbeweidung zielten, waren die bodenzoologischen Untersuchungen darauf ausgelegt, durch Replikation von beweideten und unbeweideten Standorten sowohl am Grat als auch am Hang eine statistische Analyse der Auswirkung der aktuellen Beweidung zu ermöglichen. Dafür wurden ergänzend zu botanischen DBF weitere Standorte in den Borstgrasrasen im Hang und den Rasenschmielen-Lägerfluren am Grat angelegt (X-Standorte s. Anhang). An 16 Kernstandorten waren in allen sechs Jahren Fallen gestellt. Für multivariate Analysen wurden darüber hinaus weitere Standorte in kontrastierenden Pflanzengesellschaften (Außengruppen) innerhalb des Gebiets, wie dichtes Grünerlengebüsch, aufkommende lückenhafte Grünerlen-Sukzession, Fichtenwald sowie Blaikien in einzelnen Jahren beprobt. Insgesamt wurden im Weidegebiet 34 Standorte in 11 Pflanzengesellschaften auf den für das Gebiet typischen Allgäuschichten besammelt sowie vier am Rande des Gebietes, im Übergang zum Hauptdolomit. Bewusst nicht untersucht wurden kleinräumige Bestände wie Quellfluren, Schneebodengesellschaften, Schuttfluren und Felsspalten (Liste der Standorte im Anhang). Da am Einödsberg keine ehemals unbeweideten Gratstandorte mehr existieren, wurden 2007 für einen Vergleich Standorte auf benachbarten, seit langem unbeweideten Graten besammelt: zwei am Berggächtle-Grat zwischen Salober und Giebel (auf Allgäuschichten), zwei am Söllerkopf (auf Flysch) und vier auf dem Älpelesattel (auf Aptychenschichten). Die geographischen Koordinaten (dezimale Breiten- und Längengrade, WGS 84) und Höhe (m ü. NN) aller Standorte wurden per GPS (Garmin etrex summit) erfasst.

Die oberirdische Phytomasse auf einzelnen Standorten wurde 2004 und 2007 am Ende der Vegetationszeit bestimmt. Aus den Proben von 2004 wurden Kohlenstoff (C)- und Stickstoff (N)-Gehalte elementanalytisch ermittelt. Varianzanalysen zeigen für beide Beprobungen signifikant höhere Trockenmassen der Vegetation an den Gratstandorten. Die aktuelle Beweidung zeigte 2004 den erwarteten Effekt: im Hang war die stehende Phytomasse am Ende der Weideperiode in den beweideten Standorten niedriger. Dass am Grat kein Effekt messbar war, zeigt, wie gering die Beweidungsintensität durch den sehr kurzen Aufenthalt dort war. 2007 war bei insgesamt geringeren Phytomassen und höheren Varianzen kein Beweidungseffekt messbar. Die Stickstoffgehalte in der Vegetation waren in den unbeweide-

ten Standorten im Hang signifikant niedriger als in allen anderen Standorten (beweidete Hang- und Gratstandorte). Diese Analysen zeigen die lang anhaltende Eutrophierung der Gratstandorte, die entsprechend produktiver sind.

2004 wurden von 28 Standorten Bodenproben für chemische Analysen mit einem Bodenstecher genommen. Die Bodenproben wurden freundlicherweise von Dr. DIEPOLDER vom Bayerischen Landesamt für Bodenkultur und Pflanzenbau analysiert. In keiner Probe war Karbonat nachzuweisen. Die pH-Werte lagen zwischen 3,5 und 5,5. Varianzanalysen der Makronährstoffgehalte (N, P, K) und des Humusgehalts zeigen hochsignifikant höhere Nährstoff- und Humusgehalte für die Gratstandorte, ohne weiteren Effekt der aktuellen Beweidung. Ein zweiter Satz Bodenproben (0 bis 10 cm) wurde im Juni 2007 in 22 Standorten genommen und auf N- und C-Gehalte in einem Elementaranalysator (VARIO EL) analysiert. Die Ergebnisse bestätigen die höheren Stickstoff- und Humusgehalte an den Gratstandorten und zeigen ebenfalls keinen Beweidungseffekt. Auch die Bodenanalysen zeigen die Eutrophierung der Gratstandorte durch die Schafe.

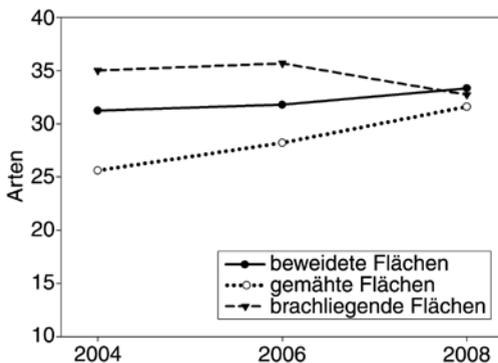


Abbildung 2. Entwicklung der Artenzahlen Höherer Pflanzen in botanischen Dauerbeobachtungsflächen in unterschiedlich genutzten Flächen am Einödsberg von 2004 bis 2008.

Für die Aufsammlung von Arthropoden in den Naturschutz- und FFH-Gebieten „Allgäuer Hochalpen“ und „Schlappolt“ wurde von der Regierung von Schwaben unter dem Geschäftszeichen 51-8645.11/347 eine Ausnahmegenehmigung erteilt. Die erhobenen Daten wurden in die Erfassungsbögen der Artenschutzkartierung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt eingetra-

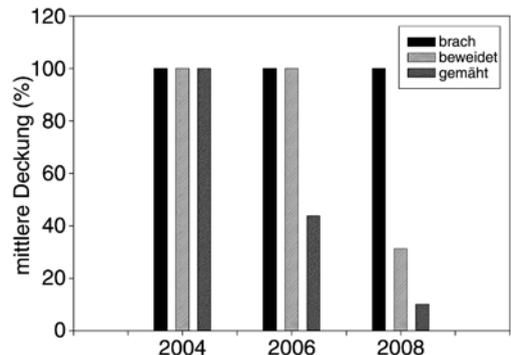


Abbildung 3. Entwicklung der Deckung der Rasenschmiege (*Deschampsia cespitosa*) in unterschiedlich genutzten Flächen am Einödsberg von 2004 bis 2008.

gen. Die Fangdaten aller bearbeiteten Taxa werden in einer Access-Datenbank am SMNK verwaltet. Belegexemplare zu Artnachweisen sind in den Sammlungen des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (SMNK) und den Bayerischen Landessammlungen hinterlegt.

Für die vom Auftraggeber gewünschte faunistische Erhebung der Tagfalter im Gebiet wurden in allen Jahren an möglichst sonnigen, windarmen Tagen ab den späten Vormittagsstunden Beobachtungen mittels Fernglas und Fänge mit einem Schmetterlingsnetz durchgeführt. Dabei wurden die verschiedenen Lebensräume des Alpgiebts begangen, um eine möglichst vollständige Erfassung des Artenspektrums zu garantieren. Im Juli 2007 wurden an mehreren Stellen in der Umgebung der Hinteren Einödsberg-Alpe nachts mit zwei Leuchtfallen sowie einem Leuchtturm Schmetterlinge angelockt und registriert.

### 3 Ergebnisse und naturschutzfachliche Beurteilung

#### 3.1 Wie stellen sich Flora und Vegetation im Vergleich mit nicht schafbeweideten Gebieten dar?

Betrachtet man die floristischen Vielfaltszentren der Allgäuer Mergelberge, so ist das edaphisch und standörtlich vergleichbare Untersuchungsgebiet zwischen Schmalhorn und Spätengundkopf floristisch als verarmt anzusehen (URBAN & HANAK 2010). Dies ist auf die jahrzehntelange Übernutzung durch die Schafbeweidung zurückzuführen. Die langjährige unkontrollierte Beweidung mit über 2000 Schafen im Untersuchungsgebiet ist

sowohl an der Vegetation als auch deren floristischer Ausstattung sichtbar. Am deutlichsten wird die Veränderung der Vegetation in der artenarmen Lägerflur am Grat. Die geologisch gut vergleichbare Fläche am Berggächtele zwischen Salober und Giebel ist von einem primären Nacktriedrasen besiedelt und stellt einen der wertvollsten Hochlagen-Gratrasen der Bayerischen Alpen dar. Mit Einköpfigem Berufkraut (*Erigeron uniflorus*), Kleiner Mutterwurz (*Ligusticum mutellinoides*), Fächer-Frauenmantel (*Alchemilla flabellata*), Gewöhnlicher Alpenscharte (*Saussurea alpina*), Karpaten-Katzenpfötchen (*Antennaria carpatica*), Grauzottigem Habichtskraut (*Hieracium piliferum* ssp. *piliferum*), Kärntner Felsenblümchen (*Draba siliquosa*), Später Faltenlilie (*Lloydia serotina*), Wolligem Alpen-Hornkraut *Cerastium alpinum* ssp. *lanatum* und Bunthafer (*Helictotrichon versicolor*) ist dieser Bestand kennartenreich und weist zahlreiche floristische Besonderheiten auf. Solche Nacktriedrasen erreichen das Niveau zentralalpiner Bestände, wie sie in den Bayerischen Alpen andernorts nicht zu finden sind. Faltenlilie (*Lloydia serotina*) und Alpenscharte (*Saussurea alpina*) konnten noch knapp außerhalb des Weidegebiets am Wildengundkopf nachgewiesen werden und das Einköpfige Berufkraut (*Erigeron uniflorus*) und die Kleine Mutterwurz (*Ligusticum mutellinoides*) beschränken sich auf Bereiche am Rand des Untersuchungsgebiets, die offensichtlich nicht von Schafen beweidet wurden.

Die Petersbart-Borstgrasrasen auf der Alpe unterscheiden sich von anderen nicht mit Schafen beweideten Borstgrasrasen durch eine große Anzahl an Arten der Fettweiden. So fanden sich neben der Rasenschmiele, die eine charakteristische Zeigerart für Schafbeweidung ist, zahlreiche weitere Weidezeiger der Kammgras- bzw. Milchkrautweiden. Lediglich die am Südwestrand des Gebiets vorkommenden Bunthafer-Borstgrasrasen (*Aveno-Nardeten*) sind in ihrer Artausstattung vergleichbar mit unbeweideten Beständen (z.B. am Söllerkopf), da sie wohl nur sporadisch und sehr extensiv von Schafen frequentiert wurden. Diese Flächen wurden bis Anfang des 20. Jahrhunderts gemäht.

### 3.2 Wie hat sich die Vegetation nach Aufgabe der Schafbeweidung verändert?

Die Beantwortung dieser Frage ist abhängig von der beprobten Vegetationseinheit und der damit verbundenen ehemaligen Nutzungsintensität durch die Schafe. Vergleicht man allerdings die

gemittelten Artenzahlen der DBF pro Aufnahmejahr, so lässt sich insgesamt eine leichte Zunahme der Arten feststellen. Dies ist offensichtlich auf die Nutzungsumstellung im Allgemeinen zurückzuführen. Betrachtet man die verschiedenen Nutzungstypen Beweidung, Mahd und Brache, so ist der größte Artenzuwachs auf den gemähten Flächen zu verzeichnen, gefolgt von beweideten Flächen. Auf den Brachen ging die Zahl der Arten leicht zurück (Abb. 2).

Wetterbedingt kam es in einigen Jahren zu einer ungewollt langen Beweidung im untersten Bereich des Weidegebiets, 2004 direkt unterhalb der Hütten der Hinteren Alpe. Am Ende der Weideperiode und noch zu Beginn der Vegetationsperiode im folgenden Jahr erschien hier die Vegetationsdecke nachhaltig geschädigt. In den Folgejahren erholte sich die Vegetation aber völlig.

In den einzelnen Vegetationseinheiten sind folgende Entwicklungen erkennbar: In den am stärksten durch die Schafnutzung degradierten Gratbereichen mit ihrer äußerst artenarmen *Deschampsia cespitosa-Poa supina*-Lägerflur ging die Rasenschmiele in der gemähten Fläche deutlich zurück. In den extensiv mit Jungvieh beweideten Probeflächen fiel der Rückgang deutlich geringer aus und verlief zeitlich verzögert (Abb. 3). In den Brachflächen lagen die Veränderungen innerhalb der saisonalen Schwankungen. Mit dem Rückgang der Dominanz dieser Grasart war die Zunahme anderer Arten festzustellen, die aus den umliegenden extensiven Weide- und Borstgrasrasen v.a. in die gemähten Bestände eindrangen. Der anfänglich bultige Wuchs der Rasenschmiele ging bei gleichzeitiger Abnahme des z.T. 30 bis 40 cm hohen Grasfilzes in eine rasige Wuchsform über.

Auch bei den Borstgrasrasen (*Geo montani-Nardeten*) zeigte sich eine deutliche Artenzunahme unter Mahdnutzung. Extensive Beweidung führte dagegen zu keiner deutlichen Veränderung. Nutzungsauffassung bedingte einen leichten Verlust an Beweidungszeigern. An einer kurzzeitig entstandenen Standweide zeigte sich, dass an den offenen Bodenstellen konkurrenzschwächere Arten aufkommen können, die sich aber nur dann etablieren, wenn anschließend die Beweidung extensiv weitergeführt wird. In Bunthafer-Borstgrasrasen (*Aveno-Nardeten*) wurden gemähte und nicht beweidete Flächen verglichen. Hier gingen die Zwergsträucher (*Ericaceae*) unter Mahdnutzung zurück. In den brachliegenden Bunthafer-Borstgrasrasen nahmen die Beersträucher zu.

In kurzzeitig intensiv beweideten Beerstrauch-Borstgrasrasen im Auflösungsbereich des sub-alpinen Fichtenwalds zeigte sich ein deutlicher Rückgang von Heidel- und Rauschbeere sowie von Heidekraut.

Die Milchkrautweiden unterlagen aufgrund ihrer Lage an mehr oder weniger ebenen Standorten meist einer intensiveren Nutzung. Hier zeigte sich eine für Rinderbeweidung typische Artenverschiebung in Richtung Stickstoffzehrer wie Stumpfbältriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), Stumpfzähniiger Frauenmantel (*Alchemilla subcrenata*), Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis*), Weißer Germer (*Veratrum album*) und anderen Insgesamt stiegen auch hier die Artenzahlen leicht an.

Im Bereich der Straußgrasflächen (ehemalige Schafflägel) war ebenfalls eine Artenzunahme sowohl auf der Weide- als auch der Mahdfläche nachzuweisen. An beiden Standorten nahm die Dominanz von *Agrostis capillaris* ab und schuf Platz für andere Arten. Vor allem in der gemähten Fläche schienen sich Borstgrasrasen-Arten zu stabilisieren.

Eine etwas andere Problematik beleuchten die Grünerlensukzessionsflächen. Wie zu erwarten war, konnte sich die Grünerle in ungenutzten Bereichen stark ausbreiten, entsprechend verringerte sich hier die Artenzahl. Diese Krummholzgesellschaft zeigte eine starke Regenerationsfähigkeit, wohl aufgrund der produktiven Böden. So war eine Dauerbeobachtungsfläche 2006 durch einen kleinen Hangrutsch vollkommen vegetationsfrei, aber 2008 wieder fast vollständig mit charakteristischen Arten bewachsen. Die intensiv beweidete Vergleichsfläche zeigte dagegen einen leichten Artenrückgang durch Trittschäden in der Vegetationsdecke. Borstgrasrasen-Arten, wie das Borstgras (*Nardus stricta*) selbst und Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea*) gingen hier zurück. Die Deckung der Grünerle pendelte sich auf niedrigem Niveau ein. Typische Arten der Milchkrautweiden, wie Rauhaariger Löwenzahn (*Leontodon hispidus*) und Alpen-Rispengras (*Poa alpina*) nahmen dagegen erwartungsgemäß zu.

Die DBF in den Blaiken zeigten, dass diese im Gebiet einem dynamischen Prozess unterliegen, der von einem Gleichgewicht zwischen Vernarbung und Erosion geprägt ist.

Veränderungen nach der Nutzungsumstellung waren allgemein dort am deutlichsten, wo die Vegetation am stärksten durch Schafbeweidung vorgeschädigt war, also in den Gratlagen. Die

Auswirkungen der einzelnen Nutzungsvarianten auf die Vegetation lassen sich folgendermaßen formulieren. Veränderungen sind bei extensiver Rinderbeweidung und Mahd festzustellen. Die Deckung typischer Schafflägel-Arten wie Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) und Läger-Rispengras (*Poa supina*) verringerte sich zugunsten standorttypischer, konkurrenzschwächerer Arten. Am effektivsten wurde die Rasenschmiele durch die einschürige Mahd zurückgedrängt. Die Deckung ging innerhalb von vier Jahren kontinuierlich von 100 % auf 10 % zurück. Die Mahd bewirkte darüber hinaus in allen Vegetationseinheiten eine Zunahme an standorttypischen Arten.

Die extensive Rinderbeweidung reduzierte die Deckung auf ungefähr 45 %, wobei der Rückgang erst im 3. Jahr messbar wurde. In dem relativ kurzen Nutzungszeitraum (6 Jahre) führte die extensive Beweidung noch nicht zu einer nachweisbaren Veränderung in den Flächen, die durch die Schafbeweidung weniger stark verändert waren. Betrachtet man den gesamten Westhang, fällt jedoch auf, dass die Deckung der Obergräser (*Luzula sieberi*, *Deschampsia cespitosa*, *Agrostis tenuis*, *Deschampsia flexuosa* und *Festuca rubra*) reduziert und die Vegetation insgesamt lichter wurde und der Anteil der krautigen Arten angestiegen ist. Im Gegensatz zur Mahd greift eine extensive Rinderbeweidung wohl erst nach einigen Vegetationsperioden. Erst wenn die Vegetationsstruktur durch Tritt nachhaltig aufgelockert wird, können in den Folgejahren konkurrenzschwache Arten diese Rohbodenstellen besiedeln. Inwieweit sich daraus pflanzensoziologische Veränderungen ergeben, muss sich erst noch zeigen.

### **3.3 Inwieweit lassen sich die vegetationskundlichen Erkenntnisse auf andere Gebiete mit vergleichbarer Problematik übertragen?**

Obwohl die Ausgangslage am Einödsberg vor Projektbeginn für die Bayerischen Alpen singulären Charakter hatte, ist eine Übertragung der gewonnenen Ergebnisse auf Gebiete mit ähnlicher Vorgeschichte denkbar. In erster Linie gilt dies für Gebiete mit vergleichbaren edaphischen Voraussetzungen, wie sie in den Bayerischen Alpen zusammenhängend ausschließlich in den Allgäuer Mergelbergen vorherrschen. Auf der südwestlich vom Untersuchungsgebiet gelegenen Linkersalpe konnten die ersten Ergebnisse vom Einödsberg bereits vor zwei Jahren

angewendet werden. Hier wurden Lägerfluren, die auch hier auf die frühere Überweidung durch Schafe zurückzuführen sind, auf einer Verebnung großflächig gemäht, um so die Rasenschmielen zurückzudrängen und wieder artenreichere und ertragreichere Weideflächen zu gewinnen.

Am Fürschießer wurden die zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch gemähten und artenreichen Lahnerassen in späteren Jahren mit Schafen überweidet. Hier sind die Rasenschmielen-Lägerfluren in ihrer artenarmen und mit Stickstoff angereicherten Form nach der Nutzungseinstellung vor ca. 30 Jahren nahezu unverändert erhalten. Dies entspricht dem Ergebnis aus dem noch relativ kurzen Zeitraum am Einödsberg, dass auf Brachflächen kein Artenzuwachs festzustellen ist. Auch Anpflanzversuche an erosionsaktiven Flächen (Blaiken) am Fürschießer blieben ohne nachhaltigen Erfolg. Als ein- oder zweimalige Primärnutzung könnte dort eine Mahd die Rasen für nachfolgende extensive Jungviehbeweidung aufbereiten. Generell kommt dabei der anschließenden Weideführung und Behirtung (z.B. gezieltes Verschieben von Beweidungspartzen durch Aushagen) eine entscheidende Funktion zu, auch dies ist ein wesentliches Ergebnis der Untersuchungen auf der Einödsberg-Alpe.

Außerhalb der Allgäuer Hochalpen sind weich verwitternde Gesteine in den Bayerischen Alpen nicht mehr so flächig und gebirgsbildend. Aber auch dort dürften sich auf kleinen Flächen vorkommende verbrachte Lahnerassen oder vergaste Almweiden durch initiale Mahd und nachfolgende Beweidung oder zwei- bis dreischürige Mahd über mehrere Jahre rasch in ihrer Artenausstattung qualitativ verbessern und (wieder) erweitern lassen.

### 3.4 Wie hoch ist die Artenvielfalt der Arthropodenfauna im Untersuchungsgebiet?

Die Artenvielfalt im Weidegebiet sowie der Anteil gefährdeter und wenig bekannter Arten im bayerischen Alpenraum, Bayern und Deutschland kann für alle untersuchten Arthropoden-Taxa als hoch angesehen werden.

Es wurden insgesamt 158 Spinnen-, 8 Weberknecht- und 4 Pseudoskorpionsarten im Gebiet der Einödsberg-Alpe nachgewiesen. Davon sind 32 Spinnen-, zwei Weberknecht- und eine Pseudoskorpionsart in den Roten Listen Bayerns aufgeführt. Bemerkenswert sind Nachweise der als verschollen geltenden Wolfspinnenart *Paradosa giebeli* und der vom Aussterben bedrohten Plattbauchspinne *Gnaphosa nigerrima* sowie von

fünf im Gebiet häufigen und sechs seltenen gefährdeten Spinnenarten. Darüber hinaus sind für viele selten gefundene und regional beschränkt verbreitete Arten wichtige Funddaten erhoben worden (HÖFER et al. 2010). Mit der Pseudoskorpionsart *Chthonius (Ephippiochthonius) poeninus* gelang ein bemerkenswerter Neunachweis für Deutschland (MUSTER et al. 2008).

Auch die Laufkäferfauna der Alpe weist 62 Arten und ein breites Spektrum naturschutzrelevanter Arten auf. Neben den nach Bundesartenschutzverordnung besonders geschützten Arten der Gattung *Carabus* und *Cicindela* konnte ein hoher Anteil von Arten der Bayerischen Roten Liste und Vorwarnliste festgestellt werden. Der hohe Anteil von Arten mit geografischer Restriktion (5 Arten) verdeutlicht die Besonderheit der Alpe für den bayerischen (und deutschen) Raum (HARRY & HÖFER 2009, dieser Band).

In den Laufkäferzönosen dominieren Arten, die typisch für montane und subalpine Lebensräume sind. Am Einödsberg gibt es zu der Gebirgsfauna allerdings auch Laufkäfer, die sehr selten in solchen Höhen gefunden werden. Die Verzahnung typischer Gebirgsarten mit Arten des Tieflandes kann als zönotische Besonderheit des Untersuchungsgebietes gelten. Dabei dürfte die Geologie des Raumes – die bereits angesprochenen Allgäuschichten – ein entscheidender Faktor sein. Die intensiven Aufsammlungen im Rahmen des Projektes mit Funden von seltenen Arten wie *Amaria nigricornis* oder *Oreonebria picea* haben den Wissensstand über die Verbreitung und Ökologie der Laufkäfer des Bayerischen Alpengebietes deutlich verbessert. Die Ergebnisse der Laufkäferaufsammlungen werden separat vorgestellt (HARRY & HÖFER 2010).

An Schmetterlingen konnten 46 Tagfalterarten im Gebiet sicher nachgewiesen werden. Davon sind sechs Arten als gefährdet und eine Art als stark gefährdet auf der Roten Liste für Bayern geführt. 11 Arten stehen auf der Vorwarnliste. Mit 15 Arten der Kategorie R ist auch hier der Anteil von Arten mit geografischer Restriktion (z.B. *Erebia*) besonders hoch. Die Verteilung der Arten im Gebiet ist heterogen, nur einige Arten wie der Bergweißling oder der Schillernde Mohrenfalter, der in Deutschland auf die Allgäuer Alpen beschränkt ist, kommen flächendeckend vor. Am Grat finden sich aufgrund des „hilltoppings“, also eines gerichteten Aufwärtsflugs bei günstiger Witterung, an manchen Tagen größere Mengen an Faltern. Der alpin verbreitete Veilchen-Schreckenfaller ist nur hier gelegentlich zu finden.

### 3.5 Welche Faktoren prägen Artenreichtum und Zusammensetzung der Arthropodengemeinschaften?

Als wichtige Faktoren für die Zusammensetzung der Arthropodengemeinschaften sind die geomorphologischen Bedingungen und das Mikroklima an den Standorten zu nennen. So zeigen sich deutliche Unterschiede in den Artenassoziationen der Standorte entlang der Höhe. Auch die Exposition der Standorte beeinflusst die Artenzusammensetzung, wie besonders an den wärmebegünstigten Standorten deutlich wird. Durch die Untersuchung einiger Standorte auf Hauptdolomit konnte zudem ein deutlicher Einfluss des Ausgangsgesteins gezeigt werden.

Durch seine exponierte Lage und Höhe bei gleichzeitiger Begünstigung durch die Einstrahlung gegenüber dem steilen Westhang bietet der Grat besondere Bedingungen. Hier liegen sowohl für Spinnen wie für Laufkäfer die arten- und individuenreichsten Standorte. Ein Grund für den Individuenreichtum könnte die hohe Produktivität der Gratstandorte sein, die über die hohe pflanzliche Biomasse auch die Zahl und Diversität der Konsumenten erhöhen dürfte (vgl. KRUESS & TSCHARNTKE 2002, SIEMANN et al. 1998) und reichhaltige Strukturen (z.B. Grasbüschel, krautige Pflanzen) und damit Raum und Schutz vor den in Gipfel- bzw. Gratlagen extremen mikroklimatischen Bedingungen liefert (vgl. MORRIS 2000). Ein auf den Artenreichtum positiv wirkender „Gipfeleffekt“ ist allerdings auch in beinahe vegetationslosen Gebieten nachweisbar, und an anderen hochproduktiven Standorten wirkt sich ein hoher Raumwiderstand auf laufaktive Spinnen und Laufkäfer eher negativ aus. Zu beachten ist aber, dass im Untersuchungsgebiet die extrem hohen Aktivitätsdichten während der Fortpflanzungszeit (v.a. der Wolfspinnen) gleich nach der Schneeschmelze auftreten, wenn die Vegetation noch keinen so hohen Widerstand bietet.

Hohe pflanzliche Produktivität ist zwar im Weidegebiet besonders von der Eutrophierung durch die Schafe verursacht, aber durchaus auch an unbeweideten Graten (Söllereck und Berggächtle) zu beobachten. Die basen- und tonreichen Mergel verwittern verhältnismäßig schnell und tragen so zur Bodenbildung und Nährstoffversorgung bei. Die Schneeauflage, die am Grat aufgrund von Verwehungen besonders lange anhält, und die damit verbundene verkürzte Vegetationszeit führen zu einem unvollständigen Abbau der Pflanzenreste und zur Akkumulation organischer Substanz. Dadurch kommt es zu

einer hohen Mächtigkeit der Humusaufgabe. In Gebieten mit Dolomitgestein ist dieses Phänomen nicht zu beobachten. Die hohe Produktivität, verbunden mit hoher Bodenfeuchte und dem geringen Raumwiderstand entlang der Ränder von Schneefeldern, trägt zum faunistischen Artenreichtum der Gratlagen bei.

Bei den Spinnen unterscheiden sich besonders stark die Zönosen der Offenlandstandorte von Grünerlen- und Waldstandorten. Dabei spielt das Vorhandensein einer Streuaufgabe aus den Blättern bzw. Nadeln eine große Rolle. Bei Laufkäfern ist der Unterschied zwischen Wald und Offenland deutlich geringer. Allgemein wurden viele in der Literatur als stenotope Waldarten bezeichnete Arten in den untersuchten Offenflächen häufig gefunden. Andererseits konnten einige in der Literatur als alpin verbreitet (und damit auf Offenland beschränkt) eingestufte Arten in den untersuchten montanen Waldstandorten in hohen Dichten festgestellt werden. Diese fehlen in den offenen Lebensräumen der niedrigen montanen Stufe (*Oreonebria picea*) oder sind hier deutlich seltener (*Pterostichus jurinei*). Die Temperaturmessungen zeigten, dass in den bewaldeten Standorten deutlich niedrigere Temperaturen als auf gleicher Höhe im Offenland herrschen. Auch unter den Grünerlen ist es im Sommer deutlich kühler als am Grat. Entsprechend finden viele Arten in zonal sehr unterschiedlichen Habitaten geeignete Bedingungen für die Reproduktion. Die klassische Einteilung in Waldarten und Offenlandarten gilt also nach unseren Untersuchungen für die Laufkäfer in den Alpen nicht.

### 3.6 Wie stark hat sich die Fauna durch die intensive Schafbeweidung verändert?

Der Einfluss der langjährigen intensiven Beweidung zeigt sich an außerordentlich hohen Aktivitätsdichten und Dominanzen von vier Wolfspinnenarten. An den botanisch stark veränderten Gratstandorten dominiert die alpine Art *Pardosa oreophila*, die ihren Verteilungsschwerpunkt eigentlich über 2000 m hat sowie die eurytopen und störungstolerante Offenlandart *Alopecosa pulverulenta*. Vor allem die stark eutrophierten Gratstandorte sind wohl durch die hohe Produktivität durchgängig individuen- und artenreicher als die Nardeten-Standorte der steilen Hänge. Höhere Artenzahlen am Grat sind aber auch bedingt durch dort anlandende „Flieger“, überwiegend eurytopen Zwergspinnen wie *Erigone*-, *Gonatium*- und *Oedothorax*-Arten und das Auftreten einiger nur in größeren Höhen vorkom-

mender Arten wie *Pardosa giebelsi*. Sicher sind auch die Nardeten-Standorte am Hang durch die intensive Beweidung in ihrer Artenzusammensetzung (unterschiedlich stark) verändert. Die Artenzahlen liegen eher im unteren Bereich der aus anderen Untersuchungen erwarteten Bandbreite. Mangels echten (unbeweideten) Referenzstandorten im Gebiet lässt sich aber keine klare Aussage dazu treffen, welche Arten fehlen oder zurückgedrängt wurden. Auch scheinen andere Faktoren (s.o.) stärker auf die Spinnenfauna zu wirken.

Bei Laufkäfern führte die intensive und weitgehend unbehirtete Schafbeweidung offensichtlich zu einer Verarmung der Fauna. Während der sechsjährigen Untersuchungen konnte bereits eine „Erholung“ der Zönose festgestellt werden: Die Artenzahlen an den einzelnen Standorten nahmen zu. Diese Zunahme ist nicht auf euryöke Arten zurückzuführen; etliche der erst in späteren Jahren festgestellten Arten sind von hohem naturschutzfachlichem Wert (z.B. *Oreonebria picea*). Zudem gab es bei mehreren wertgebenden Arten eine Zunahme der Individuenzahlen über die Jahre, z.B. bei *Carabus auronitens* oder *C. violaceus*. Die derzeitige Situation am Einödsberg ist daher als Verbesserung der Nutzung anzusehen.

### 3.7 Wie hat sich die Fauna nach Aufgabe der Schafbeweidung verändert?

Die seit 2001 durchgeführte (sehr) extensive Rinderbeweidung hat für die Spinnen lediglich auf die Aktivitätsdichten einen Einfluss, nicht aber auf die Artenvielfalt. Einige Arten, wie die vegetationsarme Flächen bevorzugende *Pardosa amentata*, waren an beweideten Standorten häufiger. Diese Charakterart der beweideten Almwiesen nahm sowohl am Hang als auch am Grat im Verlauf der sechs untersuchten Jahre zu. Die aktuelle Beweidung hatte darauf keinen Einfluss. Eine gerichtete Entwicklung der Spinnengemeinschaft nach dem Ende der intensiven Beweidung ist für die Spinnen (noch) nicht, weder an weiterhin beweideten noch an brachliegenden Standorten, erkennbar. Das durch die aktuelle Beweidung erhaltene Mosaik unterschiedlicher Vegetationseinheiten und Strukturen wirkt sich offensichtlich sehr positiv auf die Artenvielfalt des Gebiets aus.

Für die Laufkäfer konnte, wie bereits angemerkt, auf den untersuchten Standorten generell eine Zunahme der Artenzahl nach Aufgabe der Schafbeweidung festgestellt werden. Dabei

konnten im untersuchten Zeitraum kaum Unterschiede zwischen brachliegenden und von Rindern beweideten Flächen festgestellt werden – die Flächen erholen sich unabhängig von der derzeitigen Nutzung in ähnlichem Maße. Nur bei wenigen Arten gibt es Anzeichen für unterschiedliche Entwicklungen in Abhängigkeit von der Nutzung. Lediglich die nicht auf der Roten Liste geführte Art *Trichotichnus laevicollis* nimmt auf den derzeitigen Weideflächen im Vergleich zu den Brachestadien ab. Arten, von denen bekannt ist, dass sie sensibel auf intensive Nutzung reagieren (z.B. *Carabus* spp.), entwickeln sich auf den extensiv durch Rinder beweideten Flächen ähnlich wie auf den Brachen. Die Veränderungen der Laufkäfergemeinschaft werden deutlich, sobald es zu einer fortschreitenden Grünerlensukzession auf Brachen kommt. Diese führt zu einer Abnahme charakteristischer Arten des subalpinen Offenlandes.

### 3.8 Übertragbarkeit der Ergebnisse der zoologischen Untersuchungen

Wie bereits für die Botanik formuliert, sind die Ergebnisse am ehesten übertragbar auf Gebiete mit ähnlichen edaphischen Bedingungen. Allerdings ist die Kenntnis der Arthropodenfauna in den Alpen sehr viel dürftiger. Die große Zahl der durch neue und seltene Nachweise und Daten zu Biogeographie und Lebensraumpräferenzen besonders interessanten Arten der Bodenarthropoden beruht zunächst einmal auf der außergewöhnlich langen (sechs Jahre) und umfangreichen, 48 Standorte und mehrere Taxa umfassenden Untersuchung. Diese liefert einen Beitrag zur Kenntnis der alpinen Tierwelt und eine ausgezeichnete Basis für Vergleiche mit (allerdings wenigen) anderen Studien zur Diversität und Ökologie von Wirbellosen in den Alpen. Die erhobenen Daten stellen zusammen mit den botanischen Daten auch eine hervorragende Grundlage für ein vielfach gefordertes und anstehendes Monitoring der pflanzlichen und tierischen Artenvielfalt der Allgäuer (deutschen) Alpen, vergleichbar mit dem Vorhaben „Schatzinsel Alp Flix“ (MÜLLER & BRINER 2007) in der Schweiz. Gerade im Hinblick auf die dringend notwendige Erweiterung des Wissens zur Artenvielfalt in der „Kulturlandschaft“ in Zeiten eines anstehenden Klimawandels kann die vorliegende Untersuchung der Einödsberg-Alpe als „case study“ gelten und sollte als Chance für langfristig fortgesetzte Untersuchungen genutzt werden.

#### 4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse liefern einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlich fundierten Beurteilung der Nutzungseffekte und des Landmanagements mit durchaus unterschiedlichen Aspekten für die Botanik und Zoologie und die einzelnen Tiergruppen. Aus botanischer Sicht ermöglicht die vor etwa acht Jahren erfolgte Nutzungs-umstellung von intensiver Schafbeweidung auf extensive Jungviehbeweidung den Beginn der Regeneration einer stark übernutzten und veränderten Vegetation. Die Ergebnisse der botanischen Untersuchung zeigen, dass durch die gezielte Weideführung und Behirtung des Jungviehs allgemein auf bislang nicht völlig degradierten Milchkräutweiden- und Borstgrasrasen (größte Flächenanteile) die Deckung der Obergräser abnimmt und ein Anstieg des Krautanteils in diesen Pflanzengesellschaften erfolgt ist. Dagegen erfolgte in den Flächen am Westhang keine deutliche Änderung in der Vegetation, da diese DBF durch die Schafbeweidung nur wenig degradiert waren. Auf Brachflächen wurden im Untersuchungszeitraum keine Verschiebungen in Artengarnitur und Artenzahlen nachgewiesen. Selbst in den massiv verarmten Lägerfluren der Gratlagen konnten durch gezielte, kurzfristig intensive Weidephasen Verbesserungen in der Vegetationsstruktur (Auflockern des Grasfilzes) und damit ein Zugewinn an Arten (Neubesiedlung in den belichteten, offenen Kleinstandorten durch konkurrenzschwache Arten) erreicht werden. In den Rasenschmielen-Beständen wurden durch Mahd beeindruckende Erfolge erzielt. In wenigen Jahren ließ sich die Deckung der Rasenschmiele durch jährliche, einschürige Mahd mit gleichzeitiger Entfernung des Mähguts auf unter 15 % reduzieren. Was bedeuten diese Ergebnisse für zukünftige Nutzungsempfehlungen?

Durch extensive Jungviehbeweidung kann eine Regeneration an veränderten und verarmten Alpflächen erreicht werden. Selbst auf stark an Arten verarmten und degradierten Lägerfluren kann durch ein gezieltes Nutzungsregime (z.B. initiale Mahd zur Aufbereitung für nachfolgende extensive Jungviehbeweidung) nutzbares und artenreicheres Weideland zurückgewonnen werden. Zoologisch erscheinen die vegetationskundlich degenerierten Bereiche, die Lägerfluren und verfilzten Weidebereiche, weit weniger stark degradiert, d.h. in ihrem Artenreichtum reduziert zu sein. Diese wohl aufgrund der geomorpho-

logischen Bedingungen faunistisch besonders interessanten Standorte sind auch nach langer intensiver Beweidung noch artenreicher als die Standorte am Hang. Die Zusammensetzung und Struktur der Artengemeinschaften sind aber ebenfalls verändert. Eine gerichtete Veränderung (Erholung, Regeneration) scheint bei Laufkäfern bereits zu erfolgen, bei den Spinnen sind die Ergebnisse weniger klar. Keinesfalls wirkt sich aber die extensive Beweidung negativ auf Artenvielfalt, Leitarten und Artenzusammensetzung aus. Eine starke Veränderung auf der Einödsberg-Alpe wird besonders durch das Aufkommen von Gehölzen initiiert, die zum Verschwinden von Offenlandarten bei Spinnen und bei Käfern führt. Dadurch findet eine Verschiebung der Artenzusammensetzung der Taxozönosen statt. Etliche dieser Arten sind naturschutzfachlich wertvoll, z.B. die Vertreter der Gattung *Amara*. Langfristig werden sich ohne Beweidung und damit verbundener Weidepflege auf einem großen Teil der Weidefläche Gehölze ausbreiten. Die Wälder und Gebüsche der hochmontanen und subalpinen Stufe beherbergen zwar ebenfalls eine hohe Artenvielfalt und ein Spektrum wertgebender Arten, durch die aktuelle Nutzung wird aber ein Mosaik an Biotoptypen (Wälder, lichte Grünerlengebüsche, verfilztes Grünland mit Weideüberresten bis hin zu an Offenboden reichen, stark beweideten Teilflächen) und damit verbunden eine hohe Artenvielfalt der Bodenarthropoden erhalten. Und auch bei den Schmetterlingen zeigt sich, dass der hohe Struktureichtum der Alpe die Artenvielfalt fördert. Von Arten halboffener Landschaft bis zu Arten, die auf vegetationsarme, aber blütenreiche felsige Bereiche angewiesen sind, bietet die Alpe ein weites Spektrum an Lebensräumen unterschiedlicher Ausstattung. Zunehmende Gehölzsukzession würde die Vielfalt der Kleinlebensräume deutlich einschränken und voraussichtlich eine Abnahme der Artenvielfalt nach sich ziehen.

Demnach ist die Fortführung der Jungvieh-Älpung am Einödsberg in der jetzigen Form sowohl aus botanischer wie zoologischer und naturschutzfachlicher Sicht unbedingt zu befürworten. Sie wird als Beitrag zum Erhalt einer artenreichen Kulturlandschaft in den Allgäuer Alpen gesehen und entspricht einem für das Tiefland bereits weitgehend gültigen Leitbild.

Wichtig erscheint die Aufrechterhaltung der planmäßigen Weideführung (Behirtung) mit der Schonung ganz bestimmter Bereiche, besonders des südexponierten Steilhangs südlich des auf-

steigenden Grates zum Spätengundkopf sowie höchsten Gratbereiche am Spätengundkopf, die zum Alpinen vermitteln.

### Danksagung

Wir danken dem Bayerischen Naturschutzfonds für die finanzielle Unterstützung des Projekts und den Mitarbeitern des LBV, besonders MAX JAKOBUS, BRIGITTE KRAFT und HENNING WERTH für die Koordination und Zusammenarbeit. Dem Besitzer Herrn MANFRED KURRELE danken wir ganz herzlich für sein Interesse und seine Gastfreundschaft. Der Hirte HELMUT RADECK hat durch seine außerordentlichen Fähigkeiten und seinen Arbeitswillen sowie seine keineswegs selbstverständliche Bereitschaft auf unsere Wünsche und Bedürfnisse einzugehen, die Untersuchung erst ermöglicht. Ihm danken wir dafür und seiner Familie für schöne Stunden am Berg. FRANZ HAGE und HANS STEURER von der Alpengeossenschaft Einödtsberg, WERNER OPPOLD vom Landratsamt Oberallgäu und ELMAR LENZ von der Regierung von Schwaben danken wir für das Interesse und die Zusammenarbeit.

Für die Bestimmung und Revision kritischer Pflanzensippen danken wir den Spezialisten SIGURD E. FRÖHNER (*Alchemilla*) und Dr. FRANZ SCHUHWERK (*Hieracium*). Ohne die Arbeit von FRANZISKA MEYER im Labor und der Volontäre am Naturkundemuseum ERNST GABRIEL, FLORIAN RAUB, LUDGER SCHEUERMANN und THOMAS STIERHOF, sowie THOMAS HARRY und STEFAN FICHTEL, die uns alle im Feld tatkräftig unterstützt haben, hätten wir unser Arbeitsprogramm so nicht durchführen können. DETLEV PAULSCH hat als Volontär am Naturkundemuseum in der Berichtsphase wertvolle Mitarbeit geleistet. Dr. MICHAEL DIEPOLDER (Bayer. Landesamt für Bodenkultur und Pflanzenbau) und Dr. RENATO MARQUES (Curitiba, CN-Analysen) haben für uns chemische Analysen durchgeführt. THEO BLICK und CHRISTOPH MUSTER danken wir für die (Nach-)Bestimmung der Spinnentiere, KARSTEN HANNIG, MICHAEL BRÄUNICKE, GERD MÜLLER-MOTZFELD (†) und MANFRED PERSOHN für die Nachbestimmung einzelner Laufkäfer.

### Literatur

- BÄTZING, W. (2005): Die Alpen. Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. – 3. Aufl., 431 S.; München (C.H. Beck).
- BÖTTCHER, H., GERKEN, B., HOZAK, R. & SCHÜTTPELZ, E. (1992): Pflege und Entwicklung der Kalkmagerrasen in Ostwestfalen. – *Natur und Landschaft*, **67**: 276-282.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S.; Wien (Springer).
- BÜRKLE, A. (1980): Vegetationskundliche, weidewirtschaftliche und strukturelle Untersuchungen zur Koppelschafhaltung im Allgäu. – *Bayer. Landwirt. Jahrb.*, **3**: 259-345.
- DENNIS, P., YOUNG, M. R. & BENTLEY, C. (2001): The effects of varied grazing management on epigeal spiders, harvestmen and pseudoscorpions of *Nardus stricta* grassland in upland Scotland. – *Agric. Ecosyst. Environ.*, **86**: 39-57.
- DENNIS, P., YOUNG, M. R., HOWARD, C. L. & GORDON, I. J. (1997): The response of epigeal beetles (Col.: Carabidae, Staphylinidae) to varied grazing regimes on upland *Nardus stricta* grasslands. – *J. Appl. Ecol.*, **34**: 433-443.
- ENZENSBERGER, E. (1906): Zur touristischen Erschließung des Allgäus. – *Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins*, **37**: 244-263.
- ENZINGER, H. (2004): Bergmäher. Nationalparkregion Hohe Tauern. – Salzburg (Alpress).
- FRÖHNER, S. E., LIPPERT, W. & URBAN, R. (2004): Einige für Deutschland neue *Alchemilla*-Arten. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, **72**: 133-147.
- GARDNER, S. M., HARTLEY, S. E., DAVIES, A. & PALMER, S. C. F. (1997): Carabid communities on heather moorlands in northeast Scotland: the consequences of grazing pressure for community diversity. – *Biol. Conserv.*, **81**: 275-286.
- HARRY, I. & HÖFER, H. (2010): Die Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) der Alpe Einödtsberg und ausgewählter Vergleichsstandorte im Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen. – *Andrias*, **18**: 79-96.
- KRUESS, A. & TSCHARNTKE, T. (2002): Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies, and trap-nesting bees and wasps. – *Conserv. Biol.*, **16**(6): 1570-1580.
- MÖRSCHER, F. (2004): Die Alpen: das einzigartige Naturerbe. Eine gemeinsame Vision für die Erhaltung ihrer biologischen Vielfalt. – 31 S., Frankfurt (WWF Deutschland).
- MORRIS, M. G. (2000): The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. – *Biol. Conserv.*, **95**: 129-142.
- MÜLLER, J. P. & BRINER, T. (Hrsg.) (2007): Schatzinsel Alpe Flix. Ergebnisse von Forschungsarbeiten der Jahre 2000 bis 2007. – Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden, **114**: 59-120.
- MUSTER, C., BLICK, T. & HÖFER, H. (2008): *Chthonius (Ephippiochthonius) poeninus* – ein „Schweizer Endemit“ in den Allgäuer Alpen (Pseudoscorpiones: Chthoniidae). – *Arachn. Mitt.*, **36**: 21-25.
- PERSIGEL, M., LEHMANN, S., VERMEULEN, H. J. W., ROSENKRANZ, B., FALKE, B. & ASSMANN, T. (2004): Kolonisation restituierter Sandrasen im Darmstädter Flugsandgebiet und im mittleren Emsland durch Laufkäfer. – *NNA-Berichte*, **17**: 161-177.
- SCHOLZ, H. (1995): Bau und Werden der Allgäuer Landschaft. – Stuttgart (Schweizerbart).
- SIEMANN, E., TILMAN, D., HAARSTAD, J. & RITCHIE, M. (1998): Experimental tests of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. – *The American Naturalist*, **152**: 738-750.
- TOPP, W. (1986): Veränderungen der Bodenfauna von Almflächen unter dem Einfluss der Beweidung. – *Laufener Seminarbeiträge*, **7**: 57-63.

- TSCHARTNKE, T. & GREILER, H. J. (1995): Insect communities, grasses, and grasslands. – A. Rev. Ent., **40**: 535-558.
- URBAN, R. & HANAK, A. (2010): Flora und Vegetation der Alpe Einödsberg im Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen. – Andrias, **18**: 29-51.
- URBAN, R. & MAYER, A. (2006): Floristische und vegetationskundliche Besonderheiten aus den Bayerischen Alpen – Funde im Rahmen der Alpenbiotopkartierung (Teil 2). – Ber. Bayer. Bot. Ges., **75**: 185-212.
- URBAN, R. & MAYER, A. (2008): Floristische und vegetationskundliche Besonderheiten aus den Bayerischen Alpen – Funde im Rahmen der Alpenbiotopkartierung (Teil 3). – Ber. Bayer. Bot. Ges., **78**: 103-128.

## Anhang

### Beschreibung der untersuchten Dauerbeobachtungsflächen bzw. Standorte

Im Folgenden werden alle Standorte kurz vorgestellt, auf denen im Laufe der Jahre 2002 bis 2008 die Vegetation (V-Standorte) aufgenommen wurde und/oder auf denen die Bodenfauna mit Bodenfallen (V und X-Standorte) erfasst wurde. Koordinaten sind in dezimalen Breiten- und Längengraden (WGS 84) angegeben, Höhenangaben in m. Für die meisten Flächen sind zudem Inklination und Exposition angegeben. Soweit nicht gesondert erwähnt, handelt es sich um Standorte auf tiefgründigem Mergel auf Allgäuschichten.

### I Standorte im Bereich der Einödsberg-Alpe

**V01** tief gelegenes Polygalo-Nardetum am Osthang des Einödsbergs (10,2779°, 47,31964°; 1562 m, Inklination 44°, Exposition 100°) im unteren Bereich des Untersuchungsgebietes nahe der Hütten der Hinteren Alpe gelegen, in einer steilen Fläche, die lückigen Bewuchs aufweist und eine Blaike einschließt. Ehemals schwach von Schafen beweidet, aktuell, d.h. im Untersuchungszeitraum extensiv als Kälberweide genutzt.

**V02** Gratstandort am Schmalhorn (10,28921°, 47,32830°; 1875 m, Inklination 12°, Exposition 180°) im nördlichen Teil der Alpe in einer Lägerflur mit hoher Dominanz von *Poa supina* sowie bultartigen *Deschampsia cespitosa*-Bereichen. Wie alle untersuchten Gratstandorte ist diese Fläche durch die intensive Schafbeweidung stark verändert worden. Im Untersuchungszeitraum wurde der Standort aufgrund der Nähe zur Solarpumpe und Tränke bei der Schutzhütte relativ intensiv beweidet.

**V03** Gratstandort am Schmalhorn (10,28920°, 47,32838°; 1880 m, Inklination 21°, Exposition 210°) wenige Meter oberhalb von V02, mit ähnlichem Bewuchs, aber höherer Dominanz von *Deschampsia cespitosa*. Ehemalige und aktuelle Nutzung wie V02.

**V04** Gratnaher Standort am Schmalhorn (10,2887°; 47,32938°; 1885 m, Inklination 29°, Exposition 295°) nördlich von V03 und nahe an X01 gelegen, leicht unterhalb des Grats mit dichtem und teilweise filzigem Bewuchs von *Deschampsia cespitosa*. Diese Versuchsfläche wurde jährlich einmalig gemäht.

**V05** Gratnaher Standort am Schmalhorn (10,28869°; 47,32938°; 1885 m, Inklination 29°, Exposition 295°). Ungemähte und unbeweidete Vergleichsfläche unmittelbar neben V04. Die Flächen V04 und V05 sind von beweideten Flächen umgeben.

**V06** Nardetum am Westhang des Schmalhorns (10,28619°; 47,32812°; 1751 m, Inklination 34°, Exposition 255°) oberhalb der Vorderen Einödsberg-Alpe. Durch die Schafbeweidung degradiert und aktuell beweideter Standort.

**V07** Nardetum am Westhang des Schmalhorns (10,28661°, 47,32828°; 1776 m, Inklination 35°, Exposition 260°) oberhalb von V06 gelegen und diesem ähnlich. Die Fläche wurde jedes Jahr einmalig gemäht.

**V08** Nardetum am Westhang des Schmalhorns (10,28661°, 47,32828°; 1776 m, Inklination 35°, Exposition 260°) unmittelbar nördlich von V07. In den ersten Jahren des Untersuchungszeitraums unbeweidet, ab 2005 teilweise beweidet.

**V09** Unbeweideter Referenzstandort, Aveno-Nardetum am Südwesthang des Spätengundkopfs (10,28501°, 47,31819°; 1809 m, Inklination 38°, Exposition 235°), südlich an die Weide anschließend. Die Fläche wurde während des Untersuchungszeitraumes jährlich einmalig gemäht.

**V10** Unbeweideter Referenzstandort, Aveno-Nardetum am Südwesthang des Spätengundkopfs (10,28501°, 47,31819°; 1809 m, Inklination 38°, Exposition 235°), unmittelbar südlich an V09 anschließend. Diese beiden steilen und wärmebegünstigten Standorte wurde von Schafen wenig (oder gar nicht) beweidet und wurden auch aus der aktuellen Beweidung durch Rinder ausgenommen.

**V11** Zwergstrauchreiches Nardetum am Westhang (10,28156°, 47,31766°; 1703 m, Inklination 27°, Exposition 250°). Im südlichen Be-

reich der Alpe am Aufstieg zum Spätengundrücken gelegene, ehemals beweidete und aktuell relativ intensiv beweidete Fläche, nah an einem lockeren Fichtenbestand.

**V12** tief gelegene Milchkrautweide (10,27891°, 47,32055°; 1525 m, Inklination 16°, Exposition 320°) im Taleinschnitt zwischen der Hinteren und Vorderen Einödsberg-Alpe. Ehemaliger Lagerplatz, aktuell extensiv beweidet.

**V13** tief gelegene Milchkrautweide (10,28014°, 47,32214°; 1535 m, Inklination 21°, Exposition 235°) nahe V12, aber neben einem kleinen Bach gelegen und dadurch sehr nass. Ehemalige und aktuelle Nutzung wie V12.

**V14** tief gelegenes Nardetum (10,27685°, 47,31714°; 1542 m, Inklination 29°, Exposition 240°) südlich der Hinteren Einödsberg-Alpe, nahe der Waldgrenze. Der Standort weist aufgrund der Exposition hohe Einstrahlsummen auf und ist dadurch und durch die geringe Höhe klimatisch begünstigt. Er wurde ehemals intensiv und auch aktuell v.a. im Frühjahr recht intensiv beweidet.

**V15** Unbeweideter Referenzstandort am Westhang des Spätengundrückens (10,28153°, 47,32177°; 1580 m, Inklination 42°, Exposition 230°) in den steilen Hängen eines Bachgrabens südlich an einen Fichtenbestand angrenzend. Vegetation ein Mosaik aus alpinen Kalkrasen und Borstgrasrasen-Arten. Durch die Exposition wärmebegünstigter aber auch feuchter Standort, und aufgrund der Lage ehemals nicht von Schafen beweidet und auch aktuell von der Rinderbeweidung ausgenommen.

**V16** Fast vegetationsfreie Blaike am Westhang zwischen Hinterer und Vorderer Einödsberg-Alpe (10,28571°, 47,32255°; 1790 m, Inklination 35°, Exposition 230°), aktuell von der Beweidung ausgenommen.

**V17** Weitere unbeweidete Blaike (10,2860°, 47,32264°; 1760 m) in der Nähe von V16. Etwas höhere Bodenbedeckung als V16, aber ebenfalls mit überwiegendem Offenbodenanteil.

**V18** Blaike (10,2857°, 47,3225°, 1755 m, Inklination 30°, Exposition 230°) nahe der beiden Blaikten V16 und V17. Die am weitesten geschlossene dieser Flächen.

**V19** Straußgrasfläche (10,2809°, 47,32344°, 1560 m, Inklination 5°, Exposition 230°) zwischen vorderer und hinterer Alphütte. Der ehemalige Schafaläger ist durch eine starke Wüchsigkeit, vor allem von Süßgräsern, gekennzeichnet. Die Fläche ist extensiv beweidet.

**V20** Straußgrasfläche (10,28025°, 47,32342°, 1560 m, Inklination 5°, Exposition

230°) neben V19. Im Gegensatz zu dieser wird die Fläche jährlich 2-3 mal gemäht.

**V21** Gratstandort oberhalb (südlich) des Spätengundkopfs (10,27247°, 47,31733°; 1990 m, Inklination <5°, Exposition 350°). Ehemalige Lägerfläche, teils dicht von *Poa supina*-Rasen oder *Deschampsia cespitosa* und anderen wüchsigen Arten bewachsen. Während des Untersuchungszeitraums nicht beweidet. Die Fläche X21 ist unmittelbar anschließend und vergleichbar.

**V22** Standort mit potenzieller Grünerlensukzession am Nordwesthang des Spätengundrückens (10,2837°, 47,3191°, 1751 m, Inklination 20°, Exposition 300°). Ein Fortschreiten der Sukzession wurde im Gegensatz zum oberhalb liegenden V23 durch die aktuelle Beweidung und Weidepflege (Schwenden) verhindert. Im Frühjahr waren nach der Ausaperung ab 2004 starke Schneeeinwirkungen sichtbar (offener Boden, abgerutschte, planierte Bereiche).

**V23** Grünerlensukzession (10,28387°, 47,31864°, 1765 m, Inklination 38°, Exposition 300°) am Aufstieg von der Hinteren Alpe zum Spätengundrücken. Der steile Standort ist nord-exponiert und entsprechend kühl und eher flachgründig mit teils anstehendem Gestein. Ehemals beweideter, aktuell unbeweideter Standort mit schnell verlaufender Sukzession in Richtung Grünerlengebüsch.

**V24** Grünerlensukzession (10,2835°, 47,3186°, 1755 m, Inklination 30°, Exposition 300°), nahe von V22 und V23 mit am weitesten fortgeschrittener Sukzession.

**V25** Unbeweideter Referenzstandort am Südwesthang des Spätengundkopfs, Borstgrasrasen (10,28475°, 47,31861°; 1780 m, Inklination 30°, Exposition 210°). Die Fläche liegt nahe V10 und ist ebenfalls ehemals wohl nur selten von Schafen beweidet worden.

**V26** Unbeweideter Referenzstandort am Südwesthang des Spätengundkopfs, Blaugras-Horstseggenhalde (10,28531°, 47,31784°; 1768 m, Inklination 42°, Exposition 210°). Nahe V10 und V25 gelegen und ebenfalls ehemals wohl nur selten von Schafen beweidet. Aufgrund der Steilheit sind hier teilweise Bodenarisse vorhanden und Blaikten schließen an die Fläche an. Aktuell nicht beweidet.

**X01** Gratnaher Standort am Schmalhorn (10,28842°, 47,32999°; 1884 m, Inklination 25°, Exposition 250°), nahe und ähnlich V05, ebenfalls dicht mit *Deschampsia cespitosa* bewachsen, auch Vorkommen von *Poa supina*. Aktuell beweidet.

**X03** Nardetum unterhalb des Spätengundkopfs (10,28703°, 47,31838°; 1896 m, Inklination 33°, Exposition 270°). X03 ist das höchst gelegene untersuchte Nardetum und sollte mit X04 und X05 ein Höhenrücken aktuell unbeweideter Standorte bilden.

**X04** Gratnaher Standort (10,288736°, 47,318522°; 1980 m, Inklination 32°, Exposition 280°) wenige Meter unterhalb X05. Durch die Schafbeweidung humus- und nährstoffreich und sehr wüchsig und reich an *Deschampsia cespitosa*. Ab 2006 jeweils für wenige Tage der Rinderbeweidung ausgesetzt.

**X05** Gratstandort am Gipfel des Spätengundkopfs (10,28908°, 47,31859°; 1993 m, Inklination 9°, Exposition 250°) mit geringerer Dominanz von *Poa supina* und *Deschampsia cespitosa*, aber aufgrund der ehemaligen Nutzung (Schaffläher) humus- und nährstoffreich und sehr wüchsig. Krautige Pflanzen wie Alpenampfer oder Blauer Eisenhut geben der Fläche im Herbst den Charakter einer Hochstaudenflur. Ab 2006 war ein Teil des Standorts jeweils für wenige Tage der Rinderbeweidung ausgesetzt.

**X06** Nardetum am Westhang des Spätengundrückens (10,28466°, 47,32048°; 1754 m, Inklination 32°, Exposition 295°), im südlichen Bereich der Alpe an einem stark begangenen Viehsteig von der Hinteren Alpe zum Spätengundrücken. Ehemals und aktuell beweidet.

**X07** Nardetum am Westhang des Spätengundrückens (10,28716°, 47,32531°; 1781 m, Inklination 39°, Exposition 265°), steiler Standort, ehemals beweidet, aktuell unbeweidet. In der Nähe des Standorts sind einige Blaiken, 2005 kam es zu einer kleinen Rutschung oberhalb und nördlich der Fläche.

**X08** Nardetum am Westhang des Spätengundrückens (10,28709°, 47,32618°; 1786 m, Inklination 35°, Exposition 260°), aktuell beweideter Vergleichsstandort zum benachbarten X07.

**X09** Nardetum am Westhang des Schmalhorns (10,28698°, 47,32852°; 1798 m, Inklination 37°, Exposition 255°), steiler unbeweideter Vergleichsstandort zu den nahe darunter liegenden V06 und V08.

**X10** Gratnaher Standort am Spätengundrücken (10,28778°, 47,32028°; 1911 m, Inklination 28°, Exposition 275°) wenige Meter unterhalb des Grates gelegen. Die Fläche ist durch die Schafe stark verändert und von *Deschampsia cespitosa* dominiert. Aktuell relativ intensiv beweidet.

**X11** Milchkrautweide-Standort am Nordwesthang des Spätengundrückens mit potenziel-

ler Grünerlensukzession (10,28357°, 47,31875°; 1751 m, Inklination 34°, Exposition 300°), die im Vergleich zum oberhalb liegenden V23 durch die aktuelle Beweidung und Weidpflege (Schwenden) verhindert wurde. Im Frühjahr waren nach der Ausaperung ab 2004 starke Schneeeinwirkungen sichtbar (offener Boden, abgerutschte, planierte Bereiche).

**X12** Gratstandort am Schmalhorn an der nördlichen Grenze des Weidegebiets (10,28834°, 47,33056°; 1899 m, Inklination 16°, Exposition 195°). Ehemals und aktuell beweidet.

**X13** Standort in altem, dichtem Grünerlengebüsch (10,28575°, 47,324825°; 1750 m, Inklination 38°, Exposition 320°) mit lückigem Unterwuchs (Adlerfarn dominierend), sehr feucht und durch die Nordausrichtung und die starke Beschattung der im Mittel kühlfeste Standort.

**X14** Fichtenwald-Standort (10,28117°, 47,32402°; 1565 m, Inklination 24°, Exposition 270°) im westlichen Fichtenwaldgürtel nahe am Viehweg von der Hinteren zur Vorderen Alpe, mit geringer Baumdeckung und daher üppiger Krautschicht, aktuell (recht selten) beweidet bzw. begangen.

**X15** Fichtenwald-Standort (10,28092°, 47,32423°; 1550 m, Inklination 34°, Exposition 285°) einige Meter unterhalb von X14 und durch die Entfernung vom Weg, die Steilheit und dem Fehlen einer Krautschicht durch dichten Kronenschluss noch weniger von den Rindern frequentiert.

**X16** Blaike am Westhang des Spätengundrückens (10,28669°, 47,32525°; 1753 m, Inklination 36°, Exposition 275°) unterhalb X07 und ebenfalls unbeweidet. Obwohl es sich um eine kleine Blaike handelt, war kein Zuwachsen der Fläche beobachtbar.

**X17a** Zwergstrauchreiches Nardetum am Westhang des Spätengundrückens (10,28462°, 47,32502°; 1803 m) in der Umgebung einer kleinen Fichtengruppe, beweidet.

**X17** tief gelegener Kalkrasenstandort (Seslerion) mit Latschenbestand im untersten Bereich im Norden der Alpe (10,28116°, 47,32734°; 1434 m, Inklination 24°, Exposition 245°), flachgründiger Standort auf teils anstehendem Dolomit. Aktuell unbeweidet.

**X18** tief gelegene Kalkrasenstandort (Seslerion) mit Latschenbestand (10,28141°, 47,32764°; 1476 m, Inklination 31°, Exposition 270°), nahe und ähnlich X17, aber etwas steiler und weniger südexponiert und im Untersuchungszeitraum (allerdings sporadisch) beweidet.

**X19** tief gelegener Fettweide-Standort (10,28266°, 47,32853°; 1631 m, Inklination 17°, Exposition 265°) im Norden der Alpe. Die relativ ebene, feuchte Fläche wurde als Schafflägel genutzt und auch aktuell beweidet.

**X20** Nardetum am Westhang des Spätengundkopfs (10,28025°, 47,32342°; 1720 m, Inklination 25°, Exposition 300°), relativ flacher und feuchter Standort mit geringer Einstrahlung aufgrund der Exposition. Ehemals eher extensiv, aktuell dagegen eher relativ häufig und intensiver durch Rinder beweidet.

**X21** Gratstandort oberhalb (südlich) des Spätengundkopfs (10,27247°, 47,31733°; 1990 m, Inklination 5°, Exposition 280°). Ehemalige Lägerfläche, teils dicht von *Poa supina* Rasen oder *Deschampsia cespitosa* und anderen wüchsigen Arten bewachsen. Während des Untersuchungszeitraums nicht beweidet.

**X22** Grünerlensukzession am Westhang des Spätengundrückens (10,28625°, 47,32517°; 1720 m, Inklination 35°, Exposition 300°). Beginnende Grünerlensukzession, durch Rutschungen mit hohem Offenbodenanteil, aktuell beweidet.

**X23** Grünerlensukzession am Westhang des Spätengundrückens (10,28158°, 47,31944°; 1596 m, Inklination 37°, Exposition 280°). Fortgeschrittenere Grünerlensukzession im tiefer gelegenen Bereich der Alpe, aktuell unbeweidet.

## II Vergleichsstandorte außerhalb der Einödsberg-Alpe

### WG Wildengundkopf

Der höhere Wildengundkopf (Gipfel 2238 m) schließt sich unmittelbar südlich an den Spätengundkopf an und besteht noch aus Gesteinen der Allgäuschichten.

**WG01** Gratnaher, aber nicht unmittelbar unterhalb des Grates gelegener Standort (10,29247°; 47,31118°, 2207 m) an der westexponierten Flanke etwas südlich des Wildengundkopfes. Die einem Nardion zuzurechnende Vegetation zeigt Arten, die auf Störung durch Schafbeweidung hinweisen, z.B. Brennnessel.

**WG02** Nardion im Trettachvorfeld (10,2939°, 47,30968°; 2212 m) auf einer Verebnung zwischen Wildengundkopf und Trettachspitze, wo Allgäuschichten und Hauptdolomit aufeinander treffen, am Standort selbst dominieren aber noch Gesteine und Boden der Allgäuschichten.

### AS Älpelesattel

Der Älpelesattel befindet sich zwischen Rauheck und Höfats etwa 6 km nordöstlich (Luftlinie) vom Spätengundkopf und damit der Alpe Einödsberg. Der Sattel ist (bereits seit längerem) unbeweidet, die Flanken werden allerdings von der Käseralpe und der Dietersbach-Alpe beweidet. Geologisch ist der Älpelesattel – wie alle Referenzgebiete – ebenfalls von Allgäuschichten geprägt.

**AS01** Gratnaher Standort (10,35711°, 47,35667°; 1788 m), humusreich und stark wüchsig.

**AS02** Nardetum am Westhang (10,35728°, 47,35686°; 1805 m), in Gratnähe, recht wüchsig. In der Umgebung kommen dichte Grünerlengbüsche vor.

**AS03** Gratstandort (10,357056°, 47,356806°; 1797 m) nahe AS01.

**AS04** Nardetum am Westhang (10,35622°, 47,35764°; 1805 m), in Gratnähe, aber stärker südexponiert als AS02, weniger wüchsig, dichter Bewuchs mit Borstgras.

### BG Berggächtle

Die Standorte liegen am Grat zwischen Berggächtle und Giebel, ca. 13 km (Luftlinie) nordöstlich vom Spätengundkopf. Aufgrund des extrem steilen Anstieges ist die Fläche niemals beweidet worden, von einer ehemaligen Nutzung durch Mahd ist auszugehen. Geologie und Exposition sind mit der Alpe Einödsberg gut vergleichbar.

**BG01** Gratstandort mit primären Gratrassen (Elynetum) (10,39353°, 47,40578°; 1941 m)

**BG02** Gratnaher Standort in der Nähe von BG01 (10,39347°, 47,40567°; 1938 m), im unteren Bereich bereits relativ steil nach Osten abfallend.

### SL Söllereck

Im Fellhornmassiv, ca. 6 km (Luftlinie) nordwestlich der Alpe Einödsberg liegend. Der Grat am Söllereck fällt ebenfalls extrem steil ab und ist daher nie beweidet worden.

**SL01** Gratstandort (10,23283°; 47,36186°, 1940 m), mit dicker Humusaufgabe, sehr wüchsig.

**SL02** Gratnaher Standort (10,2328°, 47,3617°, 1939 m), steil und südostexponiert, Aveno-Nardetum.



a) Blick vom Schmalhorn über den Spätengundkopf zum Wildengundkopf. Im Vordergrund Blaiken und die steilen Nardeten sowie Grün-erlenbestände. – Fotos: H. HÖFER.



b) Steile Grasflanke oberhalb der Vorderen Einödsberg-Alpe (Blick von Standort V06).



a) Blick vom Schmalhorn über das Weidegebiet auf die Hintere Einödsberg-Alpe und den namensgebenden Einödsberg (rechts von Fichten bestanden). Im Hintergrund der Fuß des Linkerskopfs. – Fotos: H. HÖFER.



b) Die Hütten der Hintere Einödsberg-Alpe zwischen dem Bichl und der Flanke des Einödsbergs.