



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO



# **Einflussfaktoren auf die floristische Diversität im Almbereich**

**Diversità floristica e suoi fattori determinanti nelle regioni di malga  
Floristic Diversity and its determining factors on mountain pastures**

## **LAUREATSARBEIT**

an der Freien Universität Bozen

eingereicht von

**FRANCESCO GUBERT**

Berichterstatter: Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber

Gegenberichterstatter: Dr. Andreas Bohner

*Bozen, Oktober 2006*  
**FRANCESCO GUBERT**  
Matrikelnummer 2529



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

**Freie Universität Bozen**

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Laureatsstudiengang für Agrartechnik und Agrarwirtschaft

Studienzweig Berglandwirtschaft



**Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein**

Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft

Abteilung für Umweltökologie



**Nationalpark Gesäuse**



**ALTER-Net Research Network**

Land abandonment and vegetation change in open landscapes: assessing biodiversity impacts and options for mitigation

## Vorwort

Im Sommer 2005 durfte ich, im Rahmen meines Betriebspraktikums an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, bei der Durchführung von 57 Vegetationsaufnahmen auf Almflächen im Nationalpark Gesäuse (Steiermark, Österreich) mitwirken. Durch diese Erfahrung konnte ich die notwendigen Fachkenntnisse und Daten zur Erarbeitung der vorliegenden Arbeit gewinnen.

Ich möchte mich bei all jenen Menschen bedanken, die mich in meiner Studienzeit in Bozen begleitet und unterstützt haben. Ich bin all meinen Studienkollegen und Freunden aus Südtirol sehr dankbar, dass sie mich so gut aufgenommen haben. Die Auseinandersetzung mit der Südtiroler Kultur war für mich eine persönliche Bereicherung.

Für das Gelingen dieser Arbeit bin ich Univ.-Doz. Dr. Karl Buchgraber und Dr. Mag. Andreas Bohner vom Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft an der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein in der Steiermark sehr verbunden. Herr Buchgraber gab mir als Berichterstatter viele Anregungen, motivierte mich und führte die Korrekturarbeiten durch. Herr Bohner, den ich bei den pflanzensoziologischen Aufnahmen begleiten durfte, stand mir für fachliche Fragen immer zur Verfügung. Den Mitarbeitern an diesem Institut, besonders Frau Christa Poppelbaum, Frau Brigitte Marold und Frau Doris Schmiedhofer, gehört ebenfalls mein Dank. Nur durch die ausgezeichneten und angenehmen Arbeitsbedingungen war die Fertigstellung dieser Arbeit möglich.

Ein herzlicher Dank gilt auch Mag. Daniel Kreiner des Nationalparks Gesäuse für die Hilfsbereitschaft und für die wertvollen Daten sowie für die Erstellung der GIS-Karte. Danken möchte ich auch Dr. Walter Ventura des Versuchszentrums San Michele all'Adige (Trentino, Italien) für die motivierenden Worte und die konkrete Unterstützung mit Literatur und Daten.

Natürlich gebührt meinen Eltern und meinen Geschwistern für die tatkräftige finanzielle und moralische Unterstützung ein herzlicher Dank.

Gumpenstein, im September 2006

*Francesco Gubert*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Problemstellung und Ziele .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Biodiversität .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Inhalt des Biodiversitätskonzeptes .....	2
1.2.2 Theorie der Biodiversität .....	3
1.2.3 Wert der Biodiversität .....	7
1.2.4 Bedeutung der Biodiversität im Berggebiet .....	8
<b>1.3 Die Almwirtschaft im Berggebiet .....</b>	<b>10</b>
1.3.1 Bedeutung der Almwirtschaft für das Berggebiet .....	10
1.3.2 Almwirtschaft im Strukturwandel .....	13
<b>2. MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Das Untersuchungsgebiet .....</b>	<b>19</b>
2.1.1 Der Nationalpark Gesäuse .....	19
2.1.2 Das Klima .....	21
2.1.3 Die Geologie .....	24
2.1.4 Die Vegetation .....	25
<b>2.2 Die Almen des Untersuchungsgebietes .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Vegetationskundliche Methoden .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4 Bodenkundliche Methoden .....</b>	<b>30</b>
<b>3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Die Böden der Untersuchungsstandorte .....</b>	<b>32</b>
3.1.1 Allgemeiner Überblick .....	32
3.1.2 Der Stoffzustand der untersuchten Böden .....	33
<b>3.2 Die Vegetation der Untersuchungsstandorte .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3 Einfluss der Standortfaktoren und der Bewirtschaftung auf die floristische Diversität auf den untersuchten Almflächen .....</b>	<b>49</b>

3.3.1 Bedeutung des Stoffzustandes im Boden für die Florenverteilung und die floristische Diversität .....	49
3.3.2 Bedeutung der Bewirtschaftung für die Florenverteilung und die floristische Diversität .....	62
<b>4. AUSBLICK.....</b>	<b>67</b>
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>71</b>
<b>6. RIASSUNTO.....</b>	<b>74</b>
<b>7. SUMMARY .....</b>	<b>77</b>
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>80</b>
<b>9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>86</b>
<b>10. TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>89</b>
<b>11. BILDERVERZEICHNIS.....</b>	<b>90</b>
<b>12. ANHANG .....</b>	<b>91</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Problemstellung und Ziele

Die Almwirtschaft zählt zu den ältesten Wirtschaftssystemen in den europäischen Alpenländern und prägt durch ihre unterschiedlich genutzten Weideflächen das charakteristische, strukturreiche Mosaik der alpinen Kulturlandschaft. Als ein integraler Bestandteil der Berglandwirtschaft ist sie von zentraler raumstruktureller, sozioökonomischer und ökologischer Bedeutung im Berggebiet. Aus ökologischer Sicht bewirkt die flächendeckende Almbewirtschaftung die Ausbildung einer enormen Vielfalt an Lebensräumen und Arten auf engstem Raum. Vor allem extensiv genutzte Almflächen zählen zu den artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas. Das Verfallen der landwirtschaftlichen Nutzung in den Alpenregionen seit dem 2. Weltkrieg hat zu großen Flächenverlusten für die Almwirtschaft geführt und stellt bis heute eine große Gefahr für die Biodiversität und somit für die Funktionstüchtigkeit der Graslandökosysteme im Berggebiet dar. Die nachhaltige Erhaltung dieses wertvollen biologischen Reichtums, Produkt einer langzeitigen Kulturleistung, ist eine Aufgabe nicht nur der Politik, sondern auch des Naturschutzes. Das Ensemble von genutzten und naturbelassenen Lebensräumen im Almbereich resultiert aus dem Zusammenspiel zwischen Natur und Mensch, der in besonderem Maße Verantwortung für dieses empfindliche Ökosystem trägt. Seine Art der Bewirtschaftung entscheidet über die Sicherung der Almen als Lebens-, Wirtschafts- und Erholungsraum oder deren Verlust. Ziel des Naturschutzes ist also nicht ausschließlich die Bewahrung der unberührten Natur, sondern auch die Förderung einer naturverträglichen Almbewirtschaftung als Grundlage des Arten- und Biotopschutzes.

Im Rahmen des EU-Projektes ALTER-Net Reserch Network wurden 2005 im Nationalpark Gesäuse (Steiermark, Österreich) 57 Vegetationsaufnahmen auf Almflächen durchgeführt.. Die untersuchten Standorte decken ein sehr breites ökologisches und somit floristisches Spektrum und stellen das bunte Mosaik an unterschiedlichen Lebensräumen und Standortbedingungen im Berggebiet optimal dar. Unterschiedliche Bewirtschaftungsintensitäten und –formen sind zudem vertreten.

Mit der vorliegenden Arbeit sollen:

- Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Bodenkennwerten hergestellt,
- ökologische und floristische Gradienten beschrieben,

- Zusammenhänge zwischen Bodenzustand, Standort, Pflanzengesellschaft, floristischer Diversität und Bewirtschaftungsintensität (inkl. Auflassung) dokumentiert und
- die daraus für die Almbewirtschaftung und den Naturschutz resultierenden Konsequenzen analysiert werden.

Folgende Hypothesen werden gestellt:

- Je einseitiger/extremer die Standortsbedingungen, sei es durch den natürlichen und/oder den zoo-anthropogenen Einfluss, desto geringer die Artenvielfalt der Phytozonose ( $\alpha$ -Diversität).
- Je vielfältiger/weniger extrem die Standortsbedingungen, desto höher die Artenvielfalt der Phytozonose ( $\alpha$ -Diversität).
- Je vielfältiger eine Landschaft, desto vielfältiger und zahlreicher deren Pflanzengesellschaften ( $\beta$ -Diversität).

## 1.2 Biodiversität

### 1.2.1 Inhalt des Biodiversitätskonzeptes

Der Begriff der Diversität in biologischem Zusammenhang bzw. Biodiversität wird derzeit sehr weit gefasst. Die immer größere Zahl von Definitionen bezeugt zwar die Vielschichtigkeit dieses Begriffes („umbrella term“ laut HAILA & KOUKI 1994), führt aber zu einer gewissen Konfusion. „The nub of the problem of defining biodiversity is that it is hard to exclude anything from a concept that is taken so easily to mean ‘everything’“ (FAITH 2003). Skepsis bzw. Euphorie im Umgang mit dem Begriff sind die Folgen: nach DIERSCHKE (1994) ist der Diversitätsbegriff besonders theoriebeladen und missverständlich, nach HUSTON (1995) ist die Bedeutung von Biodiversität im Aphorismus „Variety in the spice of life“ zusammengefasst.

In einigen Fachpublikationen der 1960er und 1970er Jahre wird der Begriff zwar verwendet, aber nicht definiert, da die Autoren keine Angst haben mussten, missverstanden zu werden. Sie verwendeten den Ausdruck als Synonym für Artenvielfalt oder Artenmannigfaltigkeit (HOBOHM 2000). Die Definition von Biodiversität als die Vielfalt (diversitas) des Lebens ( $\beta\iota\omicron\varsigma$ ) ist tautologisch und betrifft zwar einen der ganz wichtigen Inhalte, aber bei weitem nicht das gesamte Spektrum aller Teilaspekte. WHITTAKER (1972) unterscheidet die  $\alpha$ -Diversität, definiert als „richness of the community in number of species“, von der  $\beta$ -Diversität, definiert als

„extent of species replacement or biotic change along environmental gradients“; als  $\gamma$ -Diversität definiert er „the richness in species of a range of habitats (a lanscape, a geographic area, an island)“. Von diesen Definitionen hat sich besonders die  $\alpha$ -Diversität als Synonym der Artendiversität etabliert. Diese Differenzierung hat also zur Klärung des Begriffes kaum beigetragen und verdeutlicht das „species focus“ (NORTON 2001) der frühen Biodiversitätsforschung. NORTON (2001) definiert diesen ersten Ansatz als „inventory-of-objects approach“, als museale Auflistung von „items“. Biodiversität darf nicht auf bloße Zahlen reduziert werden, soll hingegen vielmehr die gesamten Funktionen im Gefüge eines biotischen Systems einschließen (u.a. WILMANNNS 1998). Die historische Trennung zwischen der Gesellschaftsökologie (z.B. distribution and abundance) und der Systemökologie (ecosystem functioning) wird durch diese Erkenntnis überwunden: „the study of biodiversity is merged with the study of ecosystem functioning“ (LOREAU et al. 2002). Viele Forschungsobjekte – Ökosysteme z. B. - werden von einem neuen Blickwinkel betrachtet und erscheinen in einem neuen Licht. NORTON (2001) beschreibt diese Entwicklung als „shift from Elements to Processes“, als Übergang von einer „increasingly obsolete“ inventory/items-Perspektive zu einer holistischen functional/process-Perspektive. FAITH (2003) nimmt diese zwei Perspektiven nicht als konfliktuell sondern als gegenseitig ergänzend oder zumindest einander nicht ausschließend wahr.

Die Grenzen des Biodiversitätskonzeptes bleiben nach wie vor unklar. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff der Biodiversität, der aktuellen Diskussion entsprechend, im weiten Sinne gefasst.

### **1.2.2 Theorie der Biodiversität**

Schon Darwin machte sehr genaue Aussagen auch zur Artenvielfalt. Zwar verwendet man den Begriff „Darwinismus“ oft nur im Sinne von Selektivismus, von „bellum omnium contra omnes“, von Verlust an Arten und Vielfalt, das Ergebnis aller von Darwin beschriebenen Mechanismen ist aber stets die Zunahme der Arten, die Vergrößerung der Vielfalt (HOBBOHM 2000). Nach der Evolutionstheorie haben sich sehr viele Biologen aus ganz unterschiedlichen Herkunftten zum Thema Biodiversität geäußert. Ein komplexes System von Hypothesen und Thesen, Theorien, Konzepten und Modellen ist die Folge. Besonders seit den späten 1980er und frühen 1990er Jahren boomt der Begriff Biodiversität, v. a. im Zusammenhang mit dem Begriff

Ökosystem, gemessen an der Zahl der Publikationen, in deren Titel diese zwei Begriffe geführt werden (LOREAU et al. 2002).

Im Folgenden wird, ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit, der Zusammenhang zwischen Biodiversität und Ökosystemfunktionen (ecosystem functioning) erörtert, da dieser als besonders aktuell gilt.

Ein Ökosystem funktioniert dadurch, dass bestimmte Stoff- und Energieflüsse stattfinden können. Zum Teil werden entsprechende Funktionen (Ökosystemfunktionen) von Organismen durchgeführt, zum Teil laufen diese spontan ab. In Tab. 1 werden die primären Ökosystemfunktionen sowie Beispiele für sekundäre Funktionen aufgelistet.

**Tab. 1.** Primäre Ökosystemfunktionen und Beispiele für daraus resultierende Prozesse (nach HOBBS et al. 1995; unwesentlich verändert)

<p><b>Ökosystem-Funktionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energiefluss</li> <li>Transfer von Nährstoffen</li> <li>Transfer von Wasser</li> <li>CO<sub>2</sub>-Transfer</li> </ul> <p><b>Involvierte Prozesse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenbildungsprozesse</li> <li>Aufnahme und Freisetzung von Nährstoffen</li> <li>Aufnahme von Wasser, Evapotranspiration</li> <li>Photosynthese</li> <li>Pflanzenfraß</li> <li>Blütenbestäubung</li> <li>Ausbreitung von Samen etc.</li> <li>Angriffe durch Räuber, Parasiten a.a.</li> <li>Andere interspezifische Wechselwirkungen</li> <li>Reaktionen auf Zerstörung</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Der Verlust einer Art in einem Ökosystem bedeutet für das ganze Ökosystem auf jeden Fall eine Veränderung und Umbau: das Entfernen einer Art wird in vielen Fällen eine Kette von

Reaktionen und Prozessen auslösen, es kann darüber hinaus den Verlust weiterer Arten – und somit Funktionen – zur Folge haben. Mit Nah- und Fernwirkungen, von oben nach unten und von unten nach oben, wird zu rechnen sein (HOBOM 2000). Die Funktionstüchtigkeit des Systems hängt also im Wesentlichen von der Biodiversität ab. Diese soll als Anzahl und Typ der Arten (species diversity) und funktionellen Gruppen (functional diversity) verstanden werden (HOOPER et al. 2002).

Der Effekt einer lokalen Extinktion oder Invasion auf die Ökosystemfunktionen ist nicht leicht zu erfassen. LOREAU et al. (2002) gruppieren die diesbezüglichen Theorien in drei Klassen:

- a) Arten sind grundsätzlich „redundant“; „redundant“ implies that species are at least partially substitutable“, d. h. Arten haben funktionelle Ähnlichkeiten und der Verlust von einer Art wird von den Anderen kompensiert oder der Gewinn einer neuen Art bringt nichts Neues im System.
- b) Arten sind grundsätzlich „singular“; „singular“ implies that species make unique contributions to ecosystem functioning“, d.h. jede Art erfüllt im System eine bestimmte Funktion und der Verlust oder Gewinn einer Art beeinflusst die Ökosystemfunktionen weitgehend.
- c) Der Effekt eines Artenverlustes oder Artengewinnes auf die Ökosystemfunktionen ist kontextabhängig und daher idiosynkratisch oder unvorhersehbar. Jede Art leistet einen unterschiedlichen Beitrag zum ecosystem functioning in Abhängigkeit von intrinsischen und extrinsischen Faktoren wie Fertilität, Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft, Störungsregime.

Es gibt Arten im System, die Schlüsselfunktionen besitzen (Schlüsselarten), während andere für den Transport von Stoffen und Energie innerhalb der Ökosysteme weniger wichtig sind. EHLRICH & EHLRICH (1981) vergleichen das Ökosystem mit einem Flugzeug. Kapitäne haben den Schlüssel zum Fliegen (keystone species), ohne Kapitäne kann das Flugzeug nicht fliegen. Eine große Zahl von Schrauben (rivets) halten das Flugzeug zusammen. Das Fehlen einer oder weniger Schrauben (redundant subsystems) ändert kaum etwas; fehlen aber viele Schrauben, so kann z.B. der Flügel abbrechen und das Flugzeug abstürzen. „Ecosystems . . . tend to have redundant subsystems that permit them to continue functioning after absorbing a certain amount of abuse“. In artenarmen Systemen, in denen verschiedene Funktionen nur von einer oder wenigen Arten ausgeführt werden, wird allerdings der Verlust einer Art größeren Einfluss auf die Ökosystemfunktionen haben als in artenreicheren Systemen, in dem mehr „Schrauben“ vorhanden sind. Diversität (species and functional diversity) erhöht zudem die Stabilität eines Ökosystems gegenüber externen sowie internen Störungen (u. a. NORBERG et al. 2002).

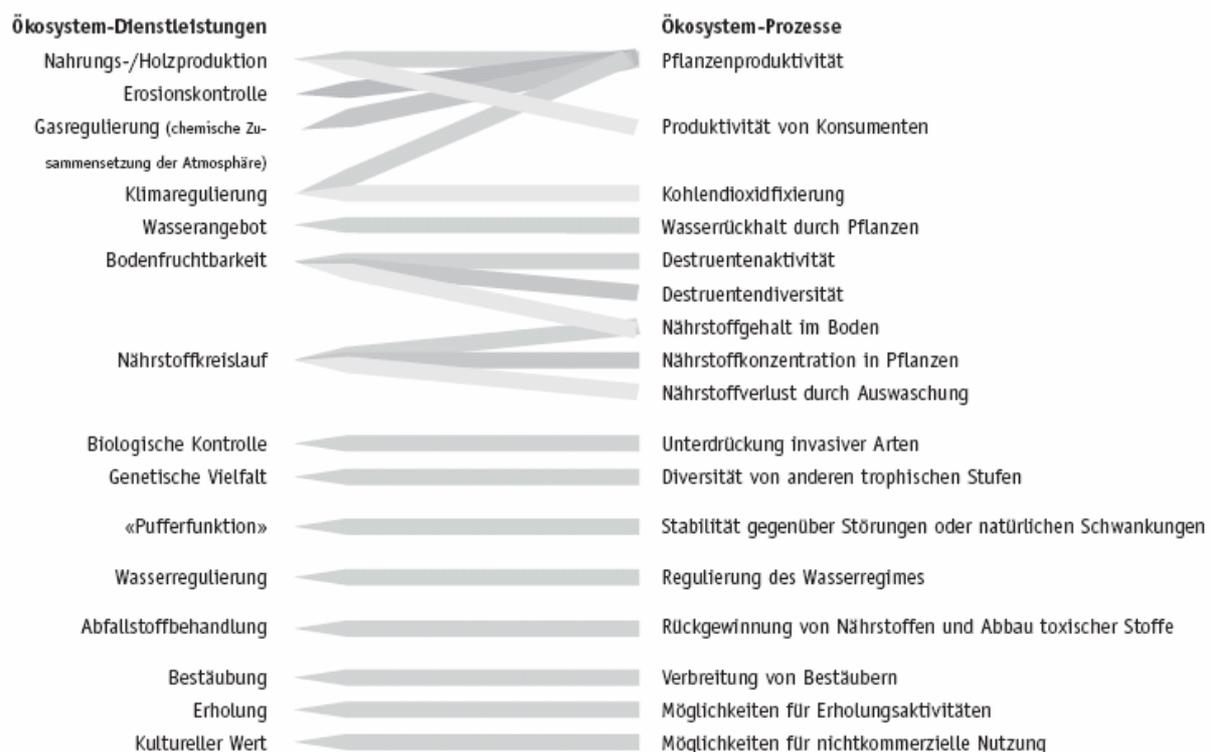
Nach TILMAN et al. (2001, 2002) besteht zwischen Diversität und Produktivität ein enger Zusammenhang. In langjährigen Grünlandversuchen konnte eine höhere Produktivität in artenreichen Systemen im Vergleich zu den jeweiligen Monokulturen festgestellt werden. Zur Erklärung des Produktivitätseffektes der Biodiversität wird die Theorie der Nischenkomplementarität (niche complementarity) herangezogen. DIERSCHKE (1994) definiert die ökologische Nische als den ökologisch-funktionalen Stellenwert (Position, Rolle, Status) eines Organismus in einem vieldimensionalen Wirkungsgefüge endogener und exogener Faktoren. Die Kombination von Arten und funktionellen Gruppen mit möglichst komplementären Nischen (z.B. unterschiedlich tiefe Wurzelsysteme, unterschiedliche Ansprüche an Bodenressourcen und Licht usw.) ermöglicht eine bessere Nutzung der vorhandenen Ressourcen im System und somit eine höhere Performance. Wenn unterschiedliche Arten unterschiedliche Portionen des Ressourcenpools oder dieselben Ressourcen mit unterschiedlichen Ansprüchen nutzen, so führt eine höhere Diversität zu einer erhöhten Ökosystemeffizienz.

Die biozonötischen Grundregeln I und II nach THIEMANN (1956) geben Auskunft über die Bedingungen artenreicher und artenarmer Lebensstätten. „Je variabler die Lebensbedingungen einer Lebensstätte, um so größer die Artenzahl der zugehörigen Lebensgemeinschaft . . . Beginnt aber nun ein lebensnotwendiger Faktor in geringer Menge oder Stärke aufzutreten (z.B. Sauerstoff) oder gewinnt ein anderer eine übermächtige Entwicklung . . . dann nimmt die Artenzahl der Biozonöse immer mehr ab; und schließlich bleiben nur mehr wenige Arten übrig. Diese können sich allerdings zu gewaltigen Individuenzahlen entwickeln . . . Dann erst kann man von einer extremen Lebensstätte sprechen; dann fallen die euryöken und daher eurytopen Organismen mehr und mehr aus, es bleiben schließlich nur die für das einseitige Milieu charakteristischen . . . stenöken und stenotopen Formen übrig . . . Je mehr sich die Lebensbedingungen eines Biotops vom Normalen und für die meisten Organismen Optimalen entfernen, um so artenärmer wird die Biozonöse, um so charakteristischer wird sie, in um so größerem Individuenreichtum treten die einzelnen Arten auf“. Zwar kritisiert HOBOHM (2000) die biozonötischen Grundregeln, weil sie kaum der Realität entsprechen und begrifflich sehr unscharf sind, diese können aber in vielen Ökosystemen eine Bestätigung finden. Nach TILMAN (1982) entspricht die Beziehung zwischen Artenreichtum und beliebigem Standortfaktor i.d.R. einer Normalverteilung. So sind z.B. extrem nasse und extrem trockene Standorte eher artenarm, während Standorte mit einer mittleren, „moderaten“ Wasserverfügbarkeit artenreicher sind.

Daher sind „mittlere Standorte“ artenreicher als Extreme. ROSENZWEIG (1971) bezeichnet als „paradox of enrichment“ den Verlust an Arten, der mit einer Eutrophierung des Systems auf vielen Versuchsflächen in der Landwirtschaft zu beobachten ist.

### 1.2.3 Wert der Biodiversität

Die Frage nach dem Wert der Biodiversität ist in einer Zeit des dramatischen Verlustes an Artenvielfalt von großer Aktualität. Worin liegt aber dieser Wert? Wie bereits gesehen, ermöglicht eine hohe Biodiversität die Funktionstüchtigkeit des Systems. Ein funktionierendes System erbringt gewisse Dienstleistungen (ecosystem services) für die Natur und für den Menschen (Abb. 1).



**Abb. 1.** Ökosystemprozesse und Dienstleistungen: Ein Ökosystem kann Auswirkungen auf mehrere Dienstleistungen haben und eine Dienstleistung kann durch mehrere Prozesse beeinflusst werden (nach GREGOR et al. 2005)

Wenn es einen Zusammenhang zwischen Biodiversität und Ökosystemprozessen und somit der Gewährleistung dieser Dienstleistungen gibt, dann ist die Erhaltung der Biodiversität nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht von großem Interesse. Der Verlust an

Arten und Funktionen verursacht in der Folge beträchtliche Kosten: „The value of various ecosystem services can also be seen in the costs that must be incurred to replace them“ (CLS 1999).

Neben diesem „materiellen“ Wert der Biodiversität gibt es auch einen „Immateriellen“: Die Verbesserung des Erholungswertes einer Landschaft, der mit hoher Diversität verbundene ästhetische Genuss, die Erhaltung traditioneller Arten und Kulturlandschaften werden als immer wertvoller empfunden.

Biodiversität sollte daher als Ressource verstanden werden, von deren nachhaltigen Nutzung letztlich das Wohlergehen der heutigen und vor allem der zukünftigen Generationen abhängt. Im Sinne des Konzeptes der Nachhaltigkeit ist die Erhaltung des verbliebenen Naturkapitals eine grundlegende Regel. Wenn man Biodiversität als wesentlichen Bestandteil des Naturkapitals begreift, so ist deren Erhaltung auch aus äthischen Gründen notwendig.

#### **1.2.4 Bedeutung der Biodiversität im Berggebiet**

Das Berggebiet weist eine enorme Vielfalt an Standortverhältnissen und Bewirtschaftungsformen im engsten Raum auf. Nicht nur die Diversität physiogeographischer Faktoren wie Klima, Boden, Höhenstufen, Morphologie usw. sondern auch die Mannigfaltigkeit der anthropogenen Systeme sorgen für eine hohe Habitatdiversität und in der Folge für eine hohe Biodiversität.

Diese gegenseitige Durchdringung von Natur und Gesellschaft hat die alpenländische Kulturlandschaft als Resultat (SCHACHT 2003). Kulturlandschaft ist also ein Produkt menschlicher Tätigkeit und die damit verbundene Biodiversität verdankt sein Entstehen weitgehend der Nutzung durch den Menschen.

Die allgemein kleinbäuerlichen Betriebsstrukturen bei relativ extensiver Bewirtschaftung der Flächen haben bislang diese Biotop- und Artenvielfalt gewährleistet (BUCHGRABER 2004). Die aktuellen sozioökonomischen Veränderungen bedingen auch in der Berglandwirtschaft einen strukturellen Wandel: Nutzungsintensivierung in den Gunstlagen einerseits und extreme Extensivierung bis hin zur Flächenstilllegung in benachteiligten Gebieten andererseits. Das bunte Spektrum an Lebensräumen wird langsam durch eine monotone Landschaft ersetzt. TREPL (1987) resümiert diesen Prozess wie folgt: „Vielfalt im Raum und Vielfalt (Verschiedenheit, Dynamik) in der Zeit stehen gleichsam senkrecht aufeinander. Je höher die zeitliche Dynamik (je unbeständiger also die Umweltbedingungen), um so einfacher, monotoner sind die räumlichen

Verhältnisse. . . . Die alte Kulturlandschaft war . . . von Ökosystemen des Typs zeitliche Konstanz/räumliche Vielfalt geprägt. Man hat sie eine divergente Landschaft genannt. Die moderne, ausgeräumte, ständigem Wechsel der Umweltbedingungen – in dem Fall künstlich hervorgerufen – ausgesetzte Landschaft ist demgegenüber von konvergentem Charakter“.

Dieser Strukturwandel führt zu nachhaltigen Veränderungen der Kulturlandschaftsökosysteme sowie der Lebensraumbedingungen für viele Arten und wirkt sich auf die Biodiversität (Vielfalt an Arten und Pflanzengesellschaften) negativ aus. Jede einseitige Bewirtschaftung, sei es zu extensiv (bis zu keiner Bewirtschaftung) oder zu intensiv, führt zu einer floristischen Artenverarmung und zu einer Uniformierung der Phytozonose auf der Fläche (BUCHGRABER & SOBOTIK 1995). Mit der Auflassung wenig produktiver, extensiv genutzter Flächen gehen die artenreichsten Biotop verloren. Die Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes zeichnen sich durch eine besonders hohe Artenvielfalt aus und sind daher von großem ökologischem, floristischem und ästhetischem Wert (Bild 1, BOHNER et al. 2002).



**Bild 1.** Artenreiche, extensiv genutzte Weide im NP Gesäuse; eigene Aufnahme

Will man die Biodiversität im Alpenraum aufrechterhalten, so muss man eine flächendeckende Bewirtschaftung im Berggebiet gewährleisten. Kulturgrasland und somit Biodiversität können nicht in musealer Form in inselhaft über die Kulturlandschaft verteilten Schutzgebieten erhalten werden. Kulturgrasland ist eine echte, langzeitige Kulturleistung, ihre weitere Erhaltung eine Kulturaufgabe (DIERSCKE & BRIEMLE 2002). Die

Aufrechterhaltung der Biodiversität stellt also für die Politik sowie für das Management eine

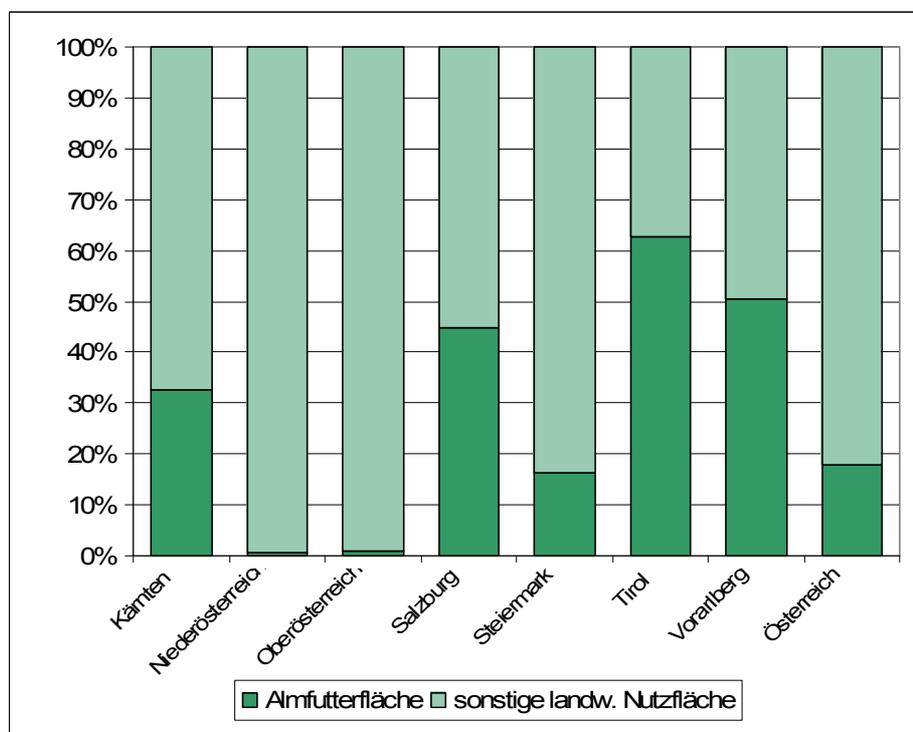
große Herausforderung dar und sollte immer mehr als gesellschaftliches Problem verstanden werden. Insbesondere ist eine nachhaltige, standortgerechte und standortangepasste Bewirtschaftung, die das natürliche Ertragspotential schonend nutzt, die Grundvoraussetzung für die Erhaltung der hohen Biodiversität in unserer Kulturlandschaft. Naturschutzinstrumente wie die Roten Listen und die Inventarisierung besonders gefährdeter Biotophyten sollen als Grundlage zur Gefährdungsbewertung von Lebensräumen herangezogen werden.

### 1.3 Die Almwirtschaft im Berggebiet

Eine Alm ist eine Grünlandregion, die infolge ihrer Höhenlage unter natürlichen Voraussetzungen als Sommerweide extensiv genutzt werden kann. Aufgrund ihrer Ausdehnung werden diese Flächen größtenteils getrennt von den Heimgütern bewirtschaftet, stehen aber mit diesen in einem wirtschaftlichen Zusammenhang (Definition nach ÖSTAT 1986).

#### 1.3.1 Bedeutung der Almwirtschaft für das Berggebiet

Die Almwirtschaft zählt zu den ältesten Wirtschaftssystemen in den europäischen Alpenländern und ist als ein integraler Bestandteil der Berglandwirtschaft von zentraler raumstruktureller, sozioökonomischer und ökologischer Bedeutung im Berggebiet. Wie aus Abb. 2 und Tab. 2 ersichtlich ist, betragen Almfutterflächen knapp 18% der österreichischen landwirtschaftlichen Nutzfläche. Regional sind im Ausmaß der Almfutterflächen große Unterschiede zu verzeichnen: während in den westlichen Bundesländern (Tirol, Salzburg und Vorarlberg) der Almanteil besonders hoch ist, hat dieser in Niederösterreich und Oberösterreich eine geringere Relevanz.



**Abb. 2.** Darstellung der Anteile der Almfutterfläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in den Bundesländern Österreichs; Daten aus INVEKOS 2004

**Tab. 2.** Landwirtschaftliche Nutzfläche und Almfutterfläche in den Bundesländern Österreichs; Daten aus INVEKOS 2004

Bundesland	Landw. Nutzfläche	Almfutterfläche	in %
Kärnten	243.000	79.073	32,5
Niederösterreich	911.855	4.331	0,5
Oberösterreich	533.438	5.489	1,0
Salzburg	197.377	88.241	44,7
Steiermark	406.413	65.916	16,2
Tirol	311.733	195.255	62,6
Vorarlberg	84.577	42.595	50,4
Österreich	2.688.393	480.949	17,9

Die Bewirtschaftung der Almen ist für den Großteil der österreichischen Bergbauernbetriebe nach wie vor von grundlegender betriebswirtschaftlicher Bedeutung:

- Die Beweidung der Almen erweitert die Futtergrundlage des Heimbetriebes in den Sommermonaten. Ertragsstarke Heimflächen können zur Winterfuttergewinnung genutzt werden, wodurch die Haltung eines höheren Viehbestandes ermöglicht wird (AIGNER et al. 2003).
- Die Alpung bietet eine Arbeitserleichterung während der sommerlichen Arbeitsspitzen (Heuwerbung).
- Die Alpung ist die Grundvoraussetzung für die Aufzucht wertvoller, gesunder, fruchtbarer und leistungsfähiger Tierbestände bei gleichzeitiger Senkung der Aufzuchtkosten. Insbesondere bewirkt die „dünnere“ Luft eine tiefere Atmung und fördert die Bildung von roten Blutkörperchen. Daraus resultieren eine Stärkung des Herzkreislaufsystems, eine verbesserte Immunstoffbildung und eine um ein Jahr verlängerte Nutzungsdauer in Vergleich zu nicht gealpten Tieren. Zusätzlich entwickeln die jungen Tiere ein stabiles Fundament und eine stärkere Bemuskelung, wodurch Bein- und Klauenschäden vermieden werden können (BRUGGER & WOHLFAHRTER 1983).
- Die Alpung ermöglicht die Erzeugung hochwertiger tierischer Produkte (Fleisch, Milch, Butter, Käse), die vom Konsumenten immer mehr nachgefragt werden.
- Durch diverse Einkünfte aus Forstwirtschaft (Almwald), Jagd (Verpachtung von Eigenjagden) sowie aus dem Tourismus (Direktvermarktung, Beherbergung,

Verpflegung etc.) kann durch die Almbewirtschaftung das Betriebseinkommen verbessert werden.

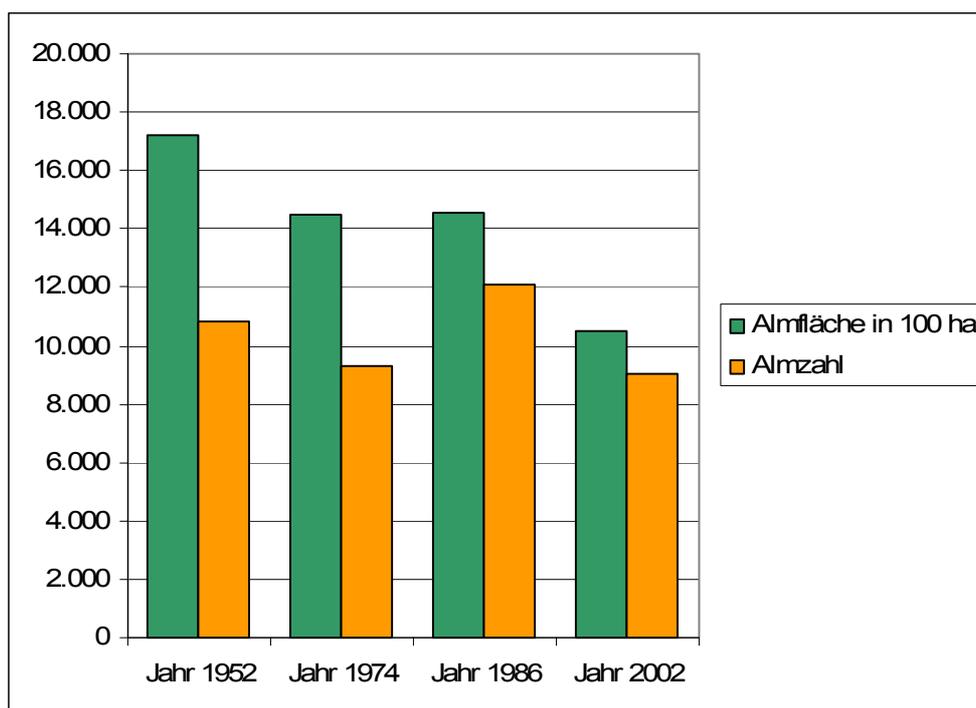
Die Alm trägt aus diesen Gründen heute noch sehr wesentlich zur Existenzsicherung der klein strukturierten Bergbauernbetriebe bei. Würde sich aber das Interesse der Bauern an einer Weiterbewirtschaftung nur an ökonomischen Kriterien orientieren, so hätte die Almwirtschaft vielerorts ausgedient. Doch veranlassen die über Generationen erhaltene Tradition der Almbewirtschaftung und die Verbundenheit zur Natur viele Bergbauern dazu, diese Flächen weiter zu nutzen. Idealismus und Motivation stellen somit eine wichtige Voraussetzung für das Bestehen der Almwirtschaft in der heutigen Gesellschaft dar.

Die Funktionen der Almwirtschaft gehen weit über die betriebsinterne Bedeutung hinaus. Aus landschaftlich-ökologischer Sicht bewirkt die flächendeckende Bewirtschaftung der Almflächen das charakteristische, strukturreiche Mosaik der alpinen Kulturlandschaft und führt zur Ausbildung einer enormen Vielfalt an Lebensräumen und Arten (DIERSCKE 2002). Die extensive Bewirtschaftung der Almweiden sichert eine sehr hohe  $\alpha$ - und  $\beta$ -Diversität (BOHNER 2002, BUCHGRABER 2000) und gewährleistet die ökologische Qualität und Attraktivität der Berg- und Almregionen, die wiederum eine existentielle Voraussetzung für die Fremdenverkehrswirtschaft und damit für die alpenländische Volkswirtschaft darstellen. Durch die Bereitstellung von Flächen für Wanderer, Schifahrer und für andere Outdoor-Sportarten sowie durch das Angebot an Einkehr-, Labe- und Übernachtungsmöglichkeiten in gemütlicher und naturnahen Atmosphäre hat die Alm in der regionalen Tourismuswirtschaft einen besonderen Stellenwert. Die Alm- und Bergbauern leisten gleichzeitig einen bedeutenden Beitrag zur Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Nahrungsmitteln. Sie bieten der alpenländischen Landwirtschaft Grundlage und Chance zur Differenzierung der agrarischen Produktion in Richtung Qualität, wodurch ein Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Regionen entstehen kann. Nicht zuletzt muss auf den Wert der Almwirtschaft als traditionellem Kulturbestandteil hingewiesen werden: die Alm ist eine kulturelle Ressource und muss als solche erhalten und genutzt werden (CORTI 2004). Der Schutz vor Naturgefahren (Muren, Rutschungen, Lawinen usw.) und die Bedeutung für die Jagd (Bereitstellung von Äsungsflächen, Aufrechterhaltung von Jagdrevieren) ergänzen das Bild. Eine einschlägige Untersuchung zu den multiplen Funktionen des alpinen Grünlandes bieten WYTRZENS & MAYER (2000). In GREIF & RIEMERTH (2006) wird die gesamtökonomische Bedeutung der Almen Österreichs (Primärnutzungen, Nicht-Primärnutzungen und Güterbereitstellung) analysiert.

### 1.3.2 Almwirtschaft im Strukturwandel

Das stürmisch verlaufende Wirtschaftswachstum nach dem 2. Weltkrieg führte zu einem rasanten Strukturwandel in der Landwirtschaft. Die Berglandwirtschaft wurde von dieser Entwicklung besonders stark betroffen (BUCHGRABER 2003, 2003a, PENZ 1984, 2003). Die Löhne stiegen in der Zeit des „Wirtschaftswunders“ so stark an, dass die Arbeitskraft zum teuersten agrarischen Produktionsfaktor geworden ist. Dies löste einen bis in die Gegenwart anhaltenden Modernisierungsschub aus, der sich nachhaltig auf alle bergbäuerlichen Lebensbereiche niederschlug. Insbesondere reagierte die Graslandwirtschaft auch im Berggebiet mit einer Rationalisierung zur Einsparung von Arbeitskräften, Spezialisierung zur Einsparung von Investitionen und Intensivierung zur Ertragssteigerung und Ertragssicherung. Die arbeitsintensive Selbstversorgerwirtschaft wurde von arbeitsproduktiveren und kapitalintensiveren Betriebsformen ersetzt. Diese Modernisierung war allerdings nicht für alle Betriebe möglich: viele kleine Bauern mussten (dieses Phänomen ist heute noch zu beobachten) aufhören und bessere Verdienstmöglichkeiten suchen, die Übrigen versuchten effizienter und größer zu werden, um ihr Einkommen einigermaßen zu halten. Andere Bauern hielten die agrargesellschaftlichen Wertvorstellungen, an denen sie verpflichtet waren, an der Landwirtschaft weiterhin fest: Diese mussten im Nebenerwerb weitere Einkommensquellen finden und den Heimbetrieb arbeitsextensiver führen.

In den österreichischen Almwirtschaftsgebieten haben die verschiedenen Rationalisierungs- und Anpassungsschritte des Heimbetriebes in hohem Ausmaß auf die Almbewirtschaftung durchgeschlagen, infolge derer sich der traditionell vom Heimbetrieb aus getrennt bewirtschaftete „Teilbetrieb Alm“ immer stärker zu einem integrierten „Betriebsteil Alm“ weiterentwickelte und sich die Nutzungsformen entsprechend veränderten. Im Rahmen dieses gesamtwirtschaftlichen Strukturwandels verlor die Almwirtschaft nach dem 2. Weltkrieg bis Mitte der 70er Jahre stark an Bedeutung (GROIER 1993, PENZ 2003). Vor allem in benachteiligten Gebieten wurde die Bewirtschaftung vieler Almen aufgegeben (Aufforstung, Verwaldung bzw. Verheidung, usw.) bzw. die Bewirtschaftung den veränderten ökonomischen Rahmenbedingungen angepasst und extensiviert. Zwischen 1952 und 1974 gingen in Österreich 279.800 ha Almfläche verloren. Ab diesem Zeitpunkt bewirkten die Einführung der Almwirtschaftsförderung sowie die Almmilchregelung im MOG eine gewisse Konsolidierung der Almwirtschaft. Die bewirtschafteten Almflächen nahmen jedoch weiter ab (Abb.3 und Tab. 3).



**Abb. 3.** Entwicklung der Anzahl der Almen und der Almfläche zwischen 1952 und 2002 in Österreich; für 1952, 1974 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002

**Tab. 3.** Anzahl und Fläche der österreichischen Almen zwischen 1952 und 2002; für 1952, 1974 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002

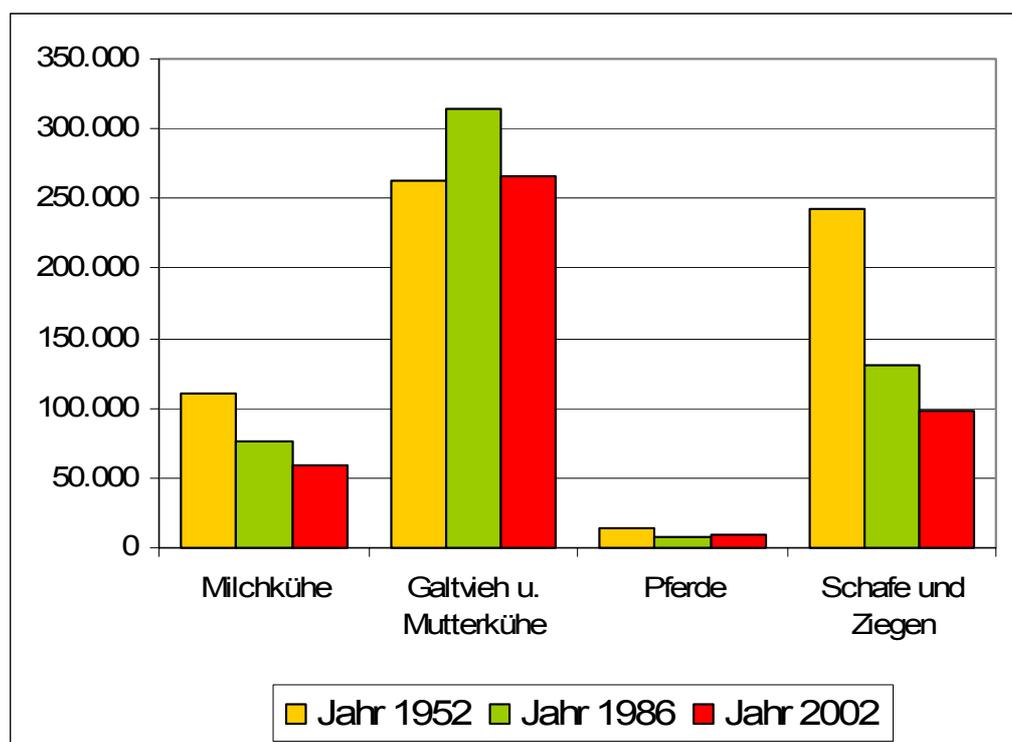
Bundesland	Anzahl der Almen <sup>1</sup>				Fläche der Almen in 100 ha			
	1952	1974	1986	2002	1952	1974	1986	2002
Kärnten	2.178	2.045	2.422	2.029	2.483	2.205	2.135	1.729
Niederösterreich	144	142	347	83	122	104	139	104
Oberösterreich	403	275	365	203	553	358	336	297
Salzburg	2.327	1.930	2.235	1.792	3.034	2.575	2.348	1.827
Steiermark	2.682	2.243	3.147	2.134	3.515	2.645	2.732	1.415
Tirol	2.306	1.964	2.609	2.184	6.224	5.449	5.592	4.134
Vorarlberg	779	712	944	591	1.280	1.159	1.239	973
Österreich	10.818	9.311	12.096	9.016	17.212	14.494	14.520	10.479

<sup>1</sup> Die Daten beziehen sich auf unterschiedliche Erhebungsmaßnahmen und somit auf unterschiedliche Definitionen des Begriffes „Alm“. Gegenüberstellungen des Datenmaterials von 1952 mit jenem aus 1974, 1986 und 2002 sind aufgrund der inhomogenen Erhebungsmaterialien nur eingeschränkt möglich. Dennoch wurde versucht, die Entwicklung der Almflächen in den letzten 50 Jahren durch grobe Trendbeobachtungen statistisch darzustellen. Für die 1986 durchgeführte Almerhebung erfolgte eine Re-Definition des Almbegriffes, die Daten aus 2002 beziehen sich nicht auf die Katasterfläche sondern auf die Almflächen, für die 2002 Anträge zur Alpengsprämie gestellt wurden.

Die in der 1986 durchgeführten Almerhebung ausgewiesene hohe Zunahme der Anzahl der Almen (1974-1986: +30%) ist vor allem darauf zurückzuführen, dass unter der Zielsetzung der Offenhaltung der Kulturlandschaft und zur Erweiterung der Almwirtschaftsförderung (der förderbaren GVE) großteils Halten, Huben, Asten, Vorsäße und andere kleine Weideflächen in den Alpkataster neu aufgenommen wurden. Aus diesem Grund blieb zudem die Gesamtfläche nahezu konstant (GROIER 1993). Da die letzte Almerhebung nun schon zwanzig Jahre zurückliegt und seither keine umfassende Almstatistik vorliegt, wurde hier zur Beschreibung der weiteren strukturellen Entwicklungen eine andere Datenquelle genutzt (AMA 2002). Die Daten aus 2002 beziehen sich nicht auf die Katasterfläche sondern auf die Almflächen, für die 2002 Anträge zur Alpmungsprämie gestellt wurden, und geben ein realistischeres Bild der tatsächlich bewirtschafteten Almflächen. Auch wenn die Daten nur bedingt miteinander vergleichbar sind, ist der Rückgang der Almweideflächen beträchtlich: im Jahre 2002 betrug die tatsächlich bewirtschaftete Almfläche nur mehr 60% der almwirtschaftlich genutzten Fläche von 1952, bzw. 72% der Fläche von 1974. Die Förderungsmaßnahmen haben diesen Trend gebremst aber nicht geändert. Die Anzahl an Almen im Jahre 2002 ist im Vergleich zu 1974 trotz der reduzierten Gesamtfläche einigermaßen konstant geblieben. Almen werden also immer kleiner: steilere und wenig produktive Flächen werden aufgelassen und verwalden, während die leicht zugänglichen intensiver genutzt werden. Eine Gesamtauswertung und –Analyse der landwirtschaftlichen Struktur der österreichischen Almwirtschaft bietet PARIZEK (2006b).

Die Entwicklung der Auftriebszahlen in Österreich zwischen 1952 und 2002 ermöglicht interessante Aussagen über die strukturellen Veränderungen der Almwirtschaft (Abb. 4 und Tab. 4). Im Zuge der Extensivierung der Almbewirtschaftung hat die Alpmung von Milchkühen stark an Bedeutung verloren: auch in Regionen wie Tirol, Vorarlberg und Salzburg, die in diesem Bereich eine gewisse Tradition haben, ist die Anzahl der gealpten Milchkühe seit 1952 kontinuierlich zurückgegangen. Die arbeits- und kapitalintensiven Kuhalmen bzw. Sennalmen sind in der Folge in reine, oft halterlose Galtviehalmen umgewandelt worden (PARIZEK 2006a). Der akute Mangel an Almpersonal hat sich auf Grund der damit verbundenen negativen betriebswirtschaftlichen, gesamtwirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen wie mangelnde Weidepflege, Verwachsen der Almweide, mangelndes Weidemanagement sowie schließlich die Aufgabe der Bewirtschaftung als eines der zentralen Probleme der Almwirtschaft herausgestellt und zur typischen halterlosen, extensiven Almbewirtschaftung geführt (AIGNER et al. 2003). Die Verbesserung der Erschließungsinfrastrukturen hat zudem die Bewirtschaftung

der Alm vom Heimbetrieb aus begünstigt. Dank der Stabilisierung der Almwirtschaft durch die Einführung des Almförderungssystems Österreich nahm der Almauftrieb von Galtvieh und Mutterkühen zwischen Ende der 70er und Ende der 80er Jahre wieder zu.



**Abb. 4.** Entwicklung der Anzahl der gealpten Tiere zwischen 1952 und 2002 in Österreich; für 1952 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002

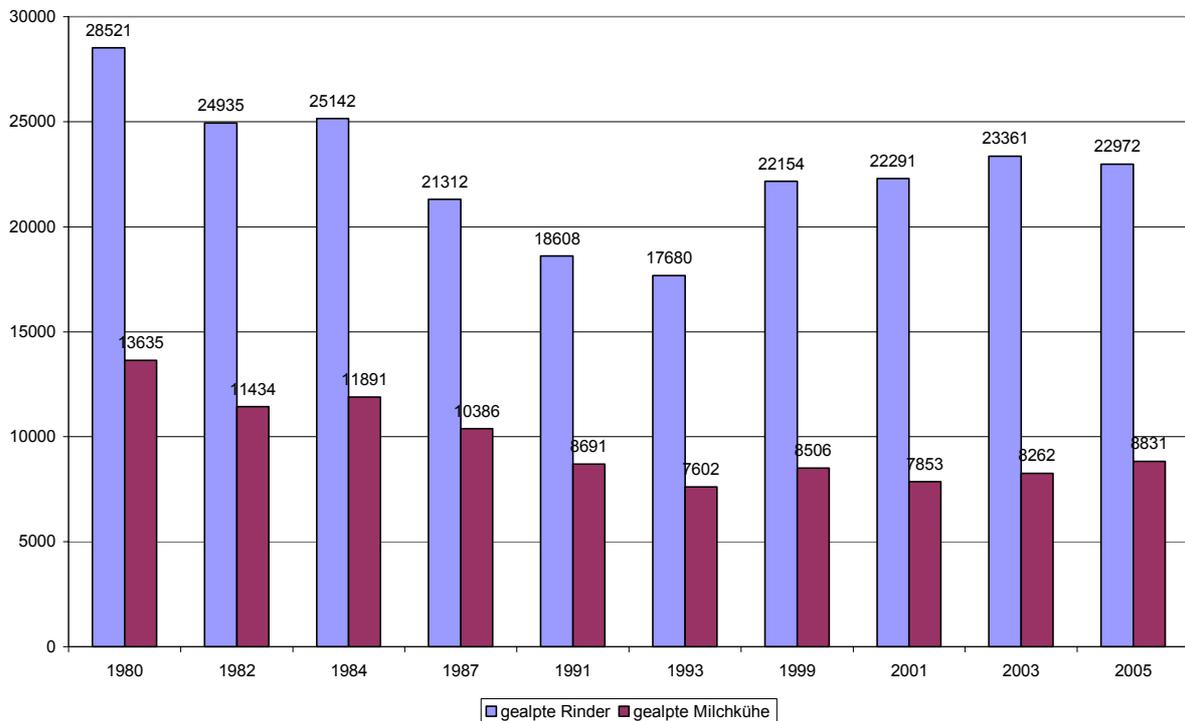
**Tab. 4.** Almauftrieb in Österreich nach Viehkategorien im Vergleich 1952, 1986 und 2002; für 1952 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002

Bundesland	Milchkühe			Galtvieh und Mutterkühe			Pferde			Schafe und Ziegen		
	1952	1986	2002	1952	1986	2002	1952	1986	2002	1952	1986	2002
Kärnten	11.273	3.783	1.977	50.335	54.655	50.391	4.167	1.740	1.423	49.734	14.003	12.679
Niederösterreich	435	88	56	7.859	10.411	4.708	103	115	63	15	171	0
Oberösterreich	1.968	382	168	6.125	7.031	4.774	195	98	90	861	2.272	1.260
Salzburg	23.934	13.913	9.757	39.927	61.415	57.548	4.277	2.635	2.564	57.755	26.423	14.643
Steiermark	14.008	4.626	1.913	66.863	62.063	49.259	2.426	1.032	903	32.609	11.031	6.996
Tirol	42.004	39.655	34.756	71.444	82.852	74.129	2.647	2.234	2.716	91.645	71.894	57.976
Vorarlberg	16.674	13.080	10.207	19.748	35.412	24.903	540	548	849	10.450	4.202	4.438
Österreich	110.296	75.527	58.854	262.301	313.839	265.712	14.355	8.402	8.608	243.089	129.996	97.992

Der Trend der letzten Jahre zeigt allerdings eine deutliche Abnahme in der Alpfung von Rindern sowie von Schafen und Ziegen: Geht die Kuh, kommt der Wald! Bei der Pferdealpfung, bedingt durch den stark expandierenden Freizeitsektor, sind in Tirol und Vorarlberg Zuwächse zu verzeichnen, während in den restlichen Bundesländern eine konträre Entwicklung festzustellen ist.

Ähnliche Entwicklungen sind generell in den meisten Regionen des Alpenraumes zu beobachten. Besonders problematisch war der Strukturwandel in den romanisch sprechenden alpinen Regionen Frankreichs und Italiens, in welchen Zwergbetriebe mit einem Viehbestand von weniger als drei Rindern die Agrarstruktur geprägt hatten. Charakteristisch dafür ist die Situation in den Gemeinden Welschtirols, des heutigen Trentino. Dort brach dieses System, das mehrere Jahrhunderte bestanden hatte, vor rund 40 Jahren zusammen, als viele Männer in der näheren Umgebung eine Arbeit fanden und mit den Familien dorthin zogen. Nur mehr am Wochenende kehrten sie zu ihren Dörfern zurück und gaben die kleinen Landwirtschaften auf, die einen Grundbesitz von weniger als zwei Hektar und einen Viehbestand von ein bis drei Rindern umfasst hatten. Für die frei gewordenen Flächen fanden sich nur zum Teil Pächter, die ihren Betrieb aufstocken wollten. Als Folge davon nahm die Sozialbrache zu (PENZ 2003). Die drastische Reduktion der Anzahl der raufutterverzehrenden Tiere bewirkte nicht nur die Auflassung von Gründlandflächen im Tal, sondern auch und in größerem Maße die Bewirtschaftungsaufgabe vieler Almflächen, die auf Grund des zu niedrigen oder gar fehlenden Viehbesatzes brach fielen. Nur große, leicht zugängliche und produktive Gemeinschaftsalmen wurden weiter bestoßen und bewirtschaftet. Zu Beginn der 90er Jahre erreichte die Anzahl der gealpten Tiere in dieser Region das Minimum (Abb. 5), zumal der Verdrängungswettbewerb aus der Poebene immer stärker war. Das neue Almförderungssystem und der touristische Aufschwung der letzten Jahre (ARNBERG et al. 2006) haben auch im Trentino zu einer Renaissance der Almwirtschaft geführt. Während die Gesamtanzahl der aufgetriebenen Rinder deutlich zugenommen hat, ist die Anzahl der gealpten Milchkühe konstant geblieben, da die Alpfung von immer höherleistenden Milchkühen immer weniger wirtschaftlich wird.

In den Bergbauerngemeinden Südtirols herrschte zwar auch die Realteilung vor, der Grund war jedoch weniger zersplittert. Zudem wurde durch die italienische Zuwanderung der moderne Strukturwandel verzögert. Seit dem zweiten Weltkrieg hilft der Tourismus den Kleinbauern zu überleben, sodass Klein- und Nebenerwerbsbetriebe auch heute noch die Agrarstruktur bestimmen und die Almlandschaft aufrechterhalten (PENZ 2003).



**Abb. 5.** Entwicklung der Anzahl der gealpten Rinder und Milchkühe zwischen 1980 und 2005 in der autonomen Provinz Trient (Italien); Daten aus PAT 2006

In letzter Zeit erlebt die Almwirtschaft v.a. in touristischen Gebieten einen neuen Aufschwung: mit der allmählichen Rückbesinnung der Konsumenten auf qualitativ hochwertige Nahrungsmittel sowie durch den steigenden Bedürfnis nach Ursprünglichkeit und Naturverbundenheit gewinnt eine nachhaltige, kleinbäuerliche Grünlandwirtschaft an Bedeutung. Zahlreiche regionale Initiativen (ALMO-Qualitätsprogramm, Tiroler Alpkäse usw.) zur Aufwertung von typischen Almprodukten sowie deren Entstehungsgebieten stellen eine Möglichkeit der Differenzierung der Alpregionen in Richtung Qualitätsproduktion dar.

Die Erhaltung einer funktionsfähigen Berglandwirtschaft und somit einer belebten Almwirtschaft ist aus den bereits angeführten Gründen wünschenswert. Aufgabe der Regionalpolitik ist es, die Rahmenbedingungen im Berggebiet so zu konzipieren, dass die Existenz der bäuerlichen Betriebe weiterhin gesichert wird. Aufgabe des Bergbauern ist es, den eigenen Betrieb offensiv und kreativ zu einem Zukunftsunternehmen zu machen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

#### 2.1.1 Der Nationalpark Gesäuse

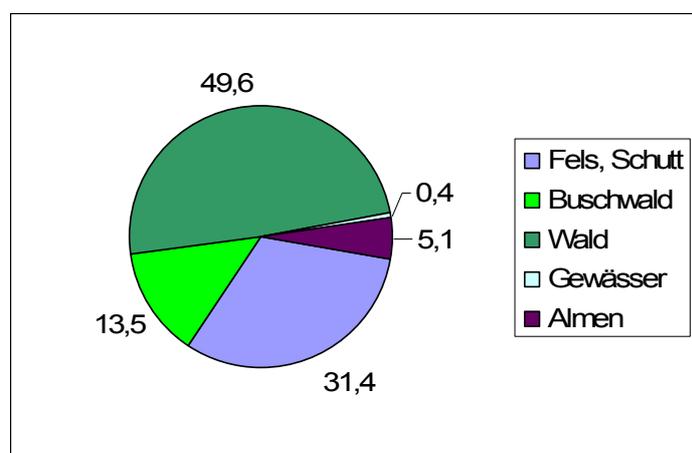


**Abb. 6.** Lage des Nationalpark Gesäuse;  
GESÄUSE- INFORMATIONSSYSTEM

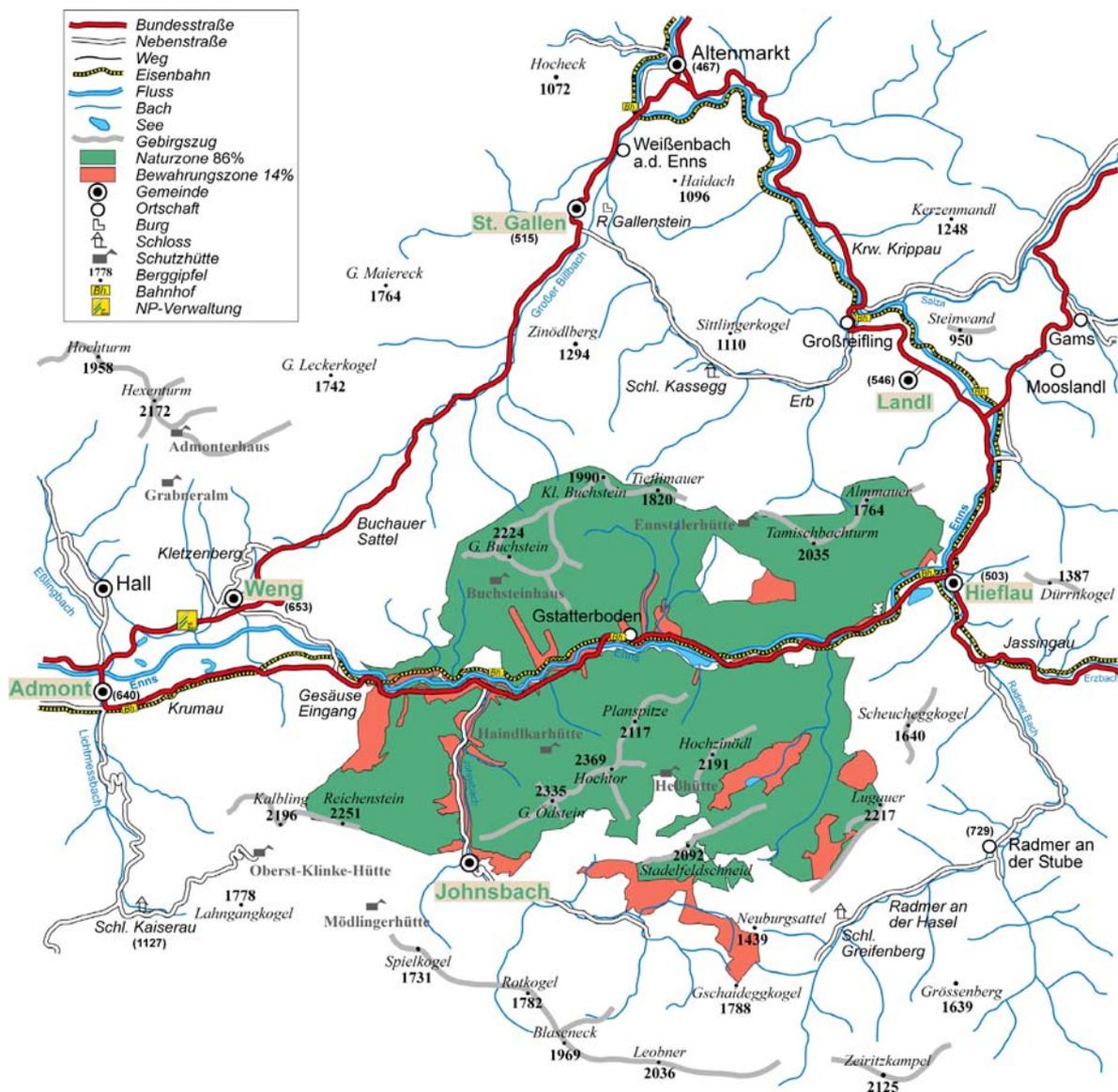
Der Nationalpark Gesäuse ist der sechste, jüngste und drittgrößte Nationalpark Österreichs, der Einzige in der Steiermark. Er liegt im Bereich der Ennstaler Alpen/Gesäuse (Abb. 6) und umfasst im Wesentlichen die zwei Gebirgsstöcke Buchsteinmassiv und Hochtorggruppe. Die Nationalparkfläche beträgt rund 11.000 ha zwischen 490 und 2370 m Seehöhe und steht zu über 99% im Eigentum der Steiermärkischen Landesforste, die restlichen Flächen stellen öffentliche Gewässer sowie eine Alm im Privatbesitz dar. Die Gemeinden Johnsbach, Weng, Admont, Landl, Hieflau und St. Gallen haben

Anteil am Nationalpark und bilden die Nationalparkregion. 86% des Nationalparks sind Naturzone, in der die Naturlandschaft zu erhalten bzw. zu fördern ist. Der übrige Anteil des Nationalparks stellt die Bewahrungszone dar, in der eine naturnahe, vom Menschen bewirtschaftete Kulturlandschaft im Mittelpunkt des Schutzinteresses steht (Abb. 8).

Die Lebensräume Wasser, Wald, Alm und Fels sind die prägenden Elemente im Nationalpark Gesäuse (Abb. 7). Das Gesäuse, vom alten Wort „Gseis“ hergeleitet, hat seinen Namen vom „Sausen und Brausen“ der Enns in der engen Schluchtstrecke zwischen den steil aufragenden Gebirgsflanken von Hochtorg- und Buchsteinstock erhalten.



**Abb. 7.** Naturräumliche Gliederung im Nationalpark Gesäuse;  
GESÄUSE- INFORMATIONSSYSTEM



**Abb. 8.** Natur- und Bewahrungszonen im Nationalpark Gesäuse; GESÄUSE- INFORMATIONSSYSTEM

Die Ziele des Nationalparks sind im Nationalparkgesetz, das am 12. März 2002 vom Steiermärkischen Landtag beschlossen wurde, enthalten:

- Die internationale Anerkennung nach den Kriterien für die Kategorie II – Nationalpark – der Weltnaturschutzunion (IUCN – The World Conservation Union) anzustreben;
- Den Nationalpark Gesäuse als naturnahes und landschaftlich wertvolles Gebiet von nationaler und internationaler Bedeutung zu erhalten;

- Die für dieses Gebiet repräsentativen Landschaftstypen einschließlich der naturnahen Kulturlandschaft sowie die Tier- und Pflanzenwelt mit ihren Lebensräumen zu bewahren;
- Die Erlebbarkeit des Gebietes zu Zwecken der Bildung und Erholung zu ermöglichen.

Ein vorrangiges Ziel ist also neben dem Erhalt und Schutz der Natur- und Kulturlandschaft der Bildungsauftrag und somit die Vermittlung von Werten und die Sensibilisierung der Besucher für die Idee des Nationalparkbegriffes als höchste Form des Naturschutzes. Nicht zuletzt muss auf den touristischen und somit wirtschaftlichen Wert des Nationalparks hingewiesen werden.

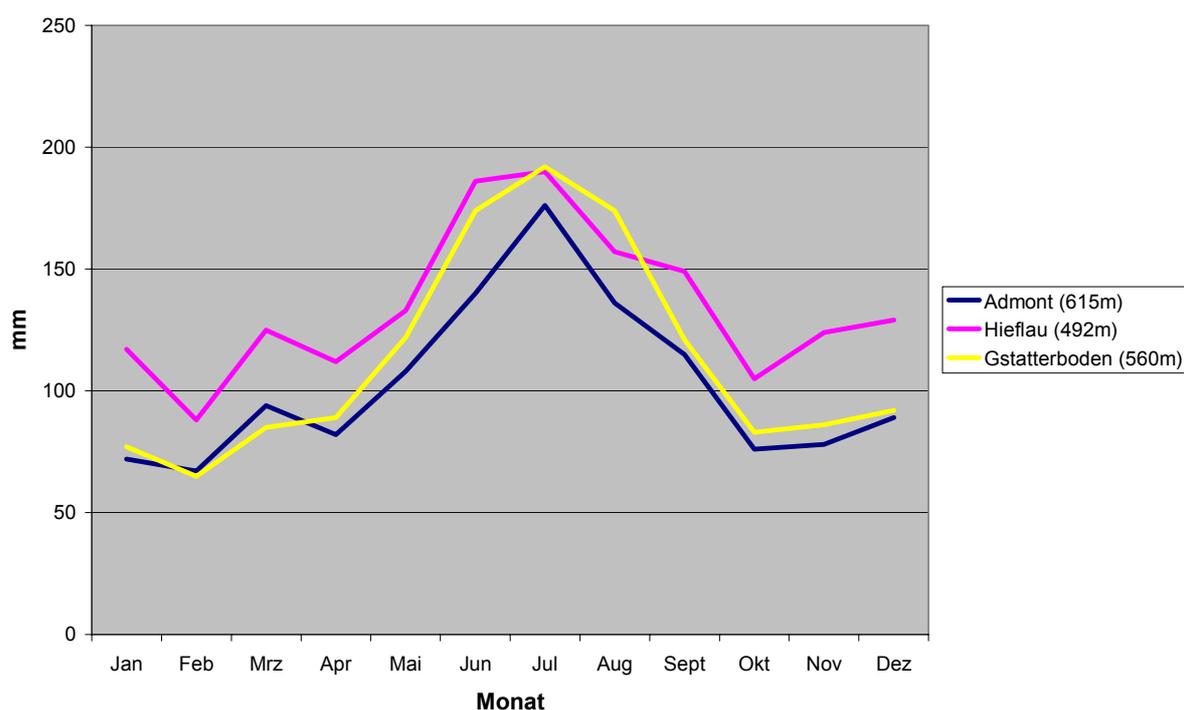
### **2.1.2 Das Klima**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in den Nördlichen Kalkalpen und gehört damit nach WAKONIGG (1978) witterungsklimatologisch zum so genannten Nordstaugebiet. Das bedeutet, dass vor allem Strömungen aus den Sektoren West bis Nord für das Niederschlagsgeschehen verantwortlich sind. Nach der klimatischen Abgrenzung des österreichischen Naturraumes von HARFLINGER & KNEES (1999), die neben globalen Klimaklassifikationen (humid-arid) die österreichische Bodenschätzung (a-e-Klima) berücksichtigt, gehört das Untersuchungsgebiet der Klimaregion „Nordalpiner Bereich“.

Zur Beschreibung des regionalen Klimas werden die Daten der meteorologischen Vollstationen Admont (646 m Seehöhe) und Hieflau (492 m Seehöhe) aus SEISS (2005) herangezogen. Die Daten stammen aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und umfassen den Zeitraum von 1971 bis 2000 (die Datenreihe ist allerdings nicht vollständig). Desweiteren gibt es eine Niederschlagsmessung in Gstatterboden (580 m Seehöhe). Für höhere Lagen gibt es derzeit keine meteorologischen Stationen. Das Klima von Admont entspricht dem Talbeckenklima des oberen Ennstales und kann als winterkaltes bis winterstrenges, mäßig sommerwarmes, relativ niederschlags- und schneereiches Beckenklima bezeichnet werden. Im Winter sind Inversionen sehr häufig. Hieflau zählt zu den mäßig winterkalten Talklimata der Nördlichen Kalkalpen und zeichnet sich durch mäßig kalte Winter, mäßig warme Sommer und durch Niederschlags- und Schneereichtum aus.

Die Niederschläge sind in der Region allgemein reichlich: im Durchschnitt ist jährlich mit rund 1400 mm zu rechnen (Tabelle 5). Bezüglich des Niederschlagsanges ist festzustellen, dass die

Hauptmengen des Niederschlages in den Sommermonaten fallen und das Minimum im Frühjahr auftritt. Juli ist der niederschlagsreichste Monat, in dem durchschnittlich Summen bis rund 180 mm erreicht werden, während die Monate Januar und Februar die geringsten Niederschläge aufweisen (Abb. 9). Es handelt sich dabei um den Niederschlagsgang der Ostalpinen Normalform, mit einem sekundären Maximum im Dezember.

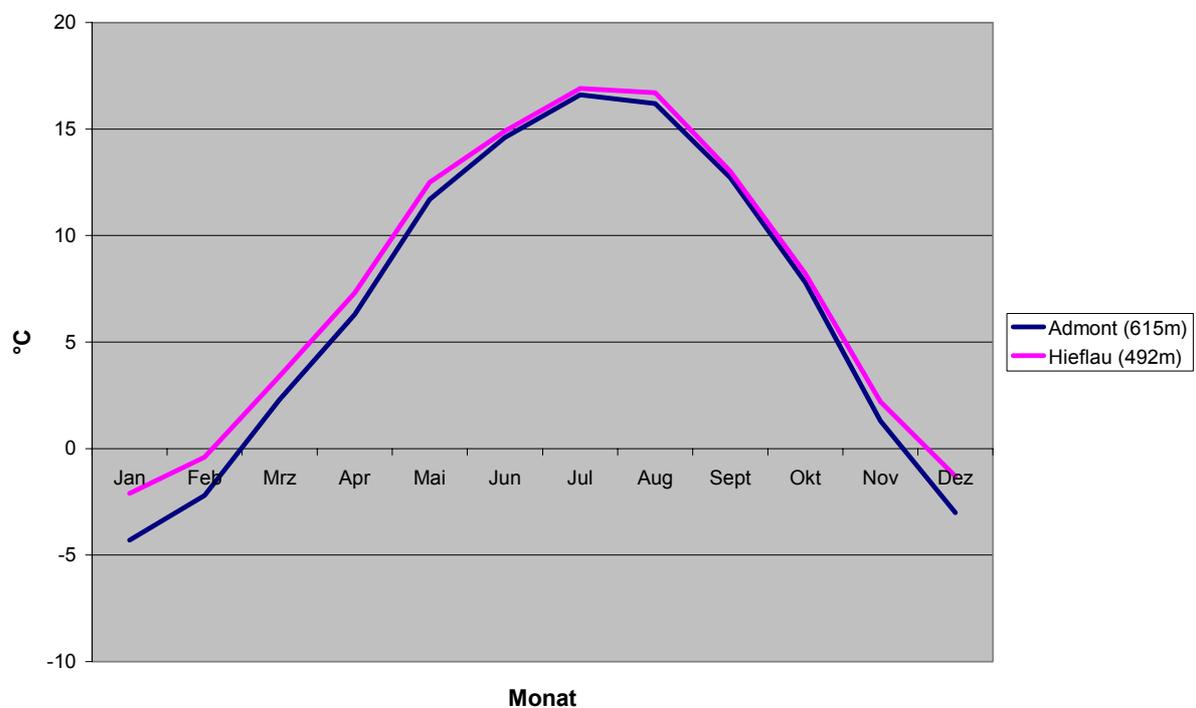


**Abb. 9.** Jahresverlauf der Durchschnittsniederschläge 1971-2000 in den Stationen Admont, Hieflau und Gstatterboden; Daten aus ZAMG

**Tab. 5.** Durchschnittsniederschläge 1971-2000 für die Stationen Admont, Hieflau und Gstatterboden; Daten aus ZAMG

Station	Durschnittsniederschläge in mm												TOT
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	
Admont (615m)	72	67	94	82	108	140	176	136	115	76	78	89	1233
Hieflau (492m)	117	88	125	112	133	186	190	157	149	105	124	129	1615
Gstatterboden (560m)	77	65	85	89	122	174	192	174	121	83	86	92	1360

Das Jahrestemperaturmittel beträgt für Admont 6,7 °C und für Hieflau 7,6 °C (Tabelle 6): Im Gegensatz zum kontinental geprägten Beckenklima von Admont ist Hieflau ozeanisch beeinflusst (SEISS 2005). Der Jahresgang der Temperatur folgt im Allgemeinen dem Jahresgang der Strahlung und zeigt das Maximum im Sommer und das Minimum im Winter (Abb. 10). Der kälteste Monat ist Januar (- 3,2 im Durchschnitt) und der wärmste Monat ist Juli (rund 16,8 im Durchschnitt). Besonders auffällig ist das sehr tiefe Januarmittel der Station Admont. Nach WAKONIGG (1978) ist das Admonter Becken vor allem im Herbst und Winter sehr anfällig für Inversionen und damit für die Bildung von Kaltluftseen. Es zählt daher zu den kältesten Regionen der Steiermark.



**Abb. 10.** Jahresverlauf der Durchschnittstemperaturen 1971-2000 für die Stationen Admont und Hieflau; Daten aus ZAMG

**Tab. 6.** Durchschnittstemperaturen 1971-2000 für die Stationen Admont und Hieflau; Daten aus ZAMG

Station	Durschnittstemperatur in °C												Jahr
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	
Admont (615m)	-4,3	-2,2	2,3	6,3	11,7	14,6	16,6	16,2	12,7	7,8	1,3	-3	6,7
Hieflau (492m)	-2,1	-0,4	3,4	7,3	12,5	14,9	16,9	16,7	13	8,2	2,2	-1,3	7,6

In SEISS (2005) wurden die Anzahl der Frost- und Sommertage sowie die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode berechnet (Datengrundlage 1971-2000). Als Frosttage werden jene Tage gewertet, in denen die täglichen Minima der Lufttemperaturen den Gefrierpunkt unterschreiten. In Admont ist mit durchschnittlich 135, in Hieflau mit 104 Frosttagen zu rechnen. Als Sommertage werden Tage bezeichnet, an denen das tägliche Maximum über 25 °C liegt. Hieflau liegt mit 45 Sommertagen deutlich begünstigter als Admont, mit nur 29 Sommertagen pro Jahr. Die Dauer der Vegetationsperiode wird durch eine Tagesmitteltemperatur von mindestens 5 °C begrenzt. In Admont kann man mit einer Dauer von durchschnittlich 208 Tagen zwischen April und Oktober rechnen. In Hieflau dauert die Vegetationszeit mit rund 220 Tagen zwischen Ende März und Anfang November deutlich länger. Für die Bestimmung der Schneeverhältnisse wurde wieder die Datengrundlage 1971-2000 herangezogen. Die durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneedecke beträgt in Admont 112 Tage, während die Station Hieflau mit 103 Tagen pro Jahr knapp darunter liegt. Die durchschnittliche Zahl der Tage mit Winterdecke ist respektive 97 und 84.

Die angeführten Daten sollen als repräsentativ für das gesamte Untersuchungsgebiet gelten. Auf mikroklimatischer Ebene sind kontingente Standortverhältnisse zu berücksichtigen. Durch die unterschiedlichen Höhenstufen, das Relief und die Vielfalt der lokalen Einflüsse und Expositionen ist mit kleinklimatischen Besonderheiten zu rechnen. Im Allgemeinen nimmt die Temperatur um 0,60 K pro 100 m Seehöhe ab (KÖRNER 2003) und die Niederschläge werden mit zunehmender Seehöhe reichlicher. Die Vegetationsperiode wird zudem immer kürzer. HARFLINGER & KNEES (1999) beschreiben die Abhängigkeit der Vegetationstage ( $y$ ) von der Seehöhe ( $x$ ) im Klimaraum „Nordalpiner Bereich“ mit der folgenden Formel:

$$y = -2E - 0,5x^2 - 0,0243x + 248,26$$

Auch die Winterdeckendauer steigt mit steigender Seehöhe. Nach WAKONIGG (1978) beträgt die durchschnittliche Winterdeckenzeit bei einer Seehöhe von 1500 m 185 bis 190 Tage und bei 1800 m bereits 220 Tage. Exposition und Geländeform spielen zusätzlich eine wichtige Rolle.

### 2.1.3 Die Geologie

Die Nördlichen Kalkalpen sind Teil des oberostalpinen Deckenstockwerks: sie bilden einen von ihrer primären Unterlage weitestgehend abgescherten Deckenstapel (FLÜGEL & NEUBAUER 1984). Die Ennstaler Alpen gehören zu den Nördlichen Kalkhochalpen und schließen im Westen

mit den Haller Mauern an das Warscheneck an. Im Osten gliedern sie sich in die Gebirgsstöcke der Gesäuseberge (Gr. Buchstein 2224 m, Hochtör 2369 m) und werden durch Enns und Erzbach von der Hochschwabgruppe und den Eisenerzer Alpen getrennt. Die südlich angrenzenden Eisenerzer Alpen werden bereits zu den Schieferalpen (Grauwackenzone) gerechnet.

Das vorherrschende Gestein in den Gesäusebergen ist der Dachsteinkalk, abgelagert in den Lagunen in und hinter den Riffen der Obertrias (AMPFERER 1935). Er baut z. B. die



**Bild 2.** Der Hochtör; GESÄUSE-  
INFORMATIONSSYSTEM

Wandfluchten der Hochtörgruppe (Bild 2) ebenso wie des Buchsteins auf. Den Sockel der Felswände bildet meist der brüchige Wettersteindolomit, abgelagert in den weiten Meeresbecken der mittleren Trias. Als Übergangsgestein zwischen dem Dolomit und dem Kalk findet man den Dachsteindolomit vor. Zwischen dem Wetterstein- und Dachsteindolomit befindet sich das dünne „Raibler Band“, mit braunen Sandsteinen, schwarzen Schiefen und gebänderten Dolomiten. Aus der Jurazeit stammt der rote, teils bunte Liaskalk. Da die Jurakalke und die ebenfalls hier abgelagerten „Fleckenmergel“ tonreicher sind als der Dachsteinkalk, bilden sich aus dem Verwitterungsmaterial tiefgründigere Böden. Auf diesen Flächen wurden im Mittelalter die Almen gerodet. Die starke eiszeitliche Überprägung hat viele Formen hinterlassen, die weit verbreitet sind und in der geologischen Karte als Quartär erscheinen. Dazu zählen Schwemmfächer, Niederterrassen, Moore, Moränen, Hangschutt und Schutthalden. Eine ausführliche Beschreibung der geomorphologischen Strukturen des Gesäuse ist in REMICH (2001) zu finden.

#### 2.1.4 Die Vegetation

In den Nördlichen Kalkalpen ist nach SCHARFETTER (1954) die klimatische Stufengliederung der Vegetation, aufgrund der geologischen Gegebenheiten und den markanten Reliefunterschieden, stark verwischt. Die drei Vegetationsstufen montan, subalpin und alpin lassen sich daher nicht immer und überall klar abgrenzen. Die nivale Stufe ist im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden. Die Montanstufe reicht bis zu einer Seehöhe von ca. 1400. In der unteren Montanstufe überwiegt die Rotbuche, während in höheren Lagen Fichte und Tanne zum Hauptbildner werden. Der Fichten-Tannen-Buchenwald ist die am weitesten

verbreitete Waldgesellschaft im Gesäuse und stellt die Klimax-Vegetation dieser Höhenstufe dar. Reine Fichtenforste sind durch den anthropogenen Einfluss entstanden. Im Übergangsbereich zur subalpinen Stufe nimmt der Anteil des Baumbestandes rapide ab, während Zwergsträucher und Krummholzbestände vermehrt auftreten. An feuchten, kalkigen Standorten wächst die Legföhre, die in Lawenbahnen auch weit ins Tal vorstoßen kann. Aber auch Teile der subalpinen und alpinen Vegetation der Schuttfluren und Rasengesellschaften reichen stellenweise bis in das Tal (GREIMLER 1991).

Die subalpine Stufe ist mit einer Seehöhe von 1900-1950 Meter begrenzt und wird vom Latschen-Gebüsch geprägt. Im Bereich der Waldgrenze sind Zwergsträucher typisch, auf kalkigem Untergrund die behaarte Alpenrose. An feuchten Stellen mit langer Schneedeckendauer und vorzugsweise auf Braunlehmen können auch Grünerlen vorkommen.

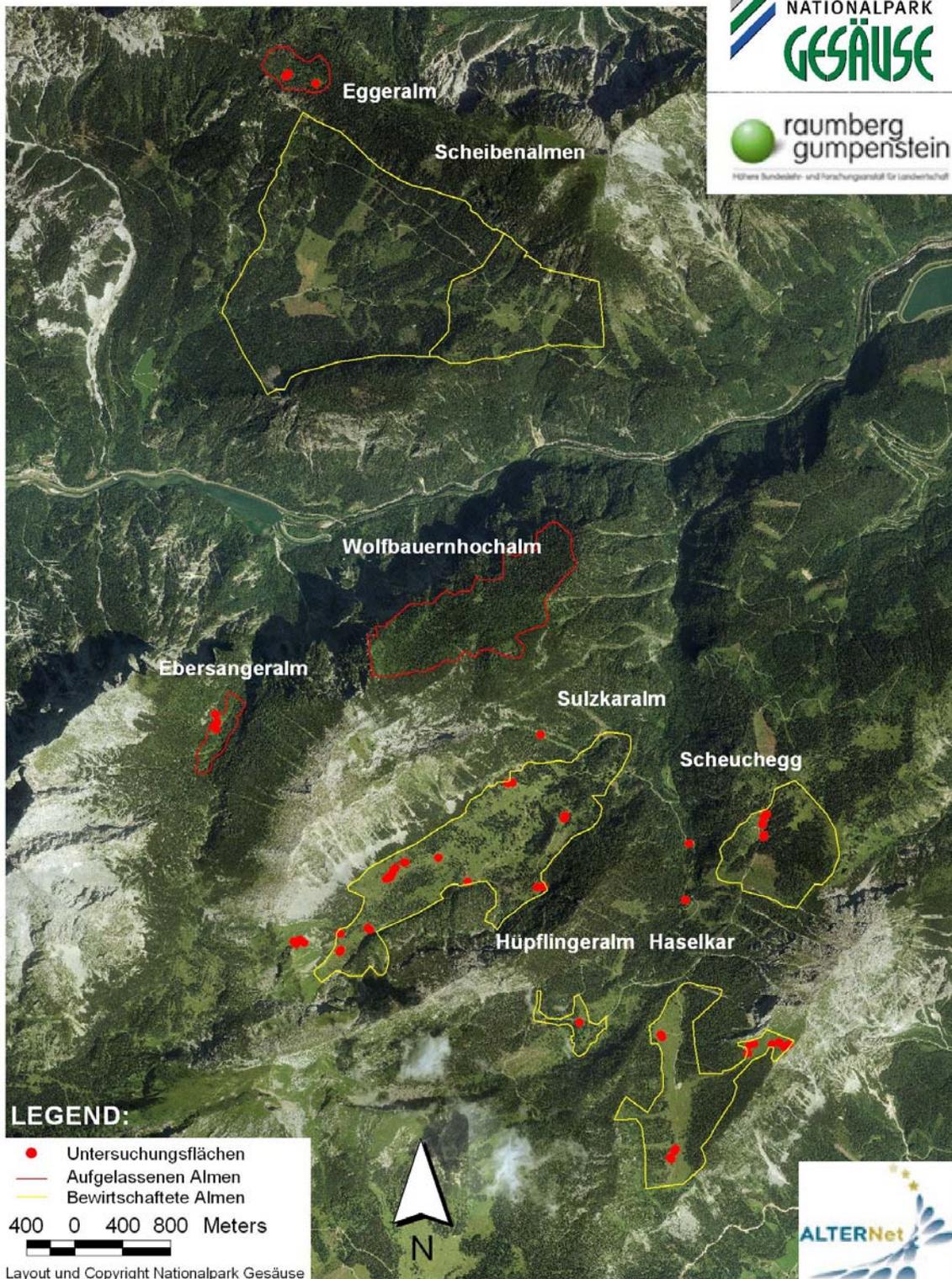
In der alpinen Stufe sind aufgrund der extremen Lebensbedingungen nur mehr wenige spezialisierte Pflanzenarten vorhanden. Die alpinen Grasheiden werden auf windgeschützten Positionen an Hängen von Blaugras-Horstseggen-Halden gebildet, während auf windexponierten Stellen, im Grat- und Kuppenbereich, Polsterseggenrasen auftreten. Daneben spielen auch Schuttfluren und Schneebodengesellschaften eine Rolle. Charakteristisch für diese Höhenstufe ist auch das Auftreten der Silberwurz (GREIMLER, 1991).

## 2.2 Die Almen des Untersuchungsgebietes

Almen stellen 5 % der gesamten Nationalparkfläche dar und sind somit ein prägendes Landschaftselement der Region. Der Rückgang der Almwirtschaft im letzten Jahrhundert konnte auch im Gesäuse nur begrenzt aufgehalten werden, sodass beträchtliche Almflächen brach fielen. Nur die leicht zugänglichen, produktiveren Almen konnten weiter bewirtschaftet werden und sind heute als Erbe einer langzeitigen Kulturleistung unter besonderem Schutz gestellt. Die acht bewirtschafteten Almen im Nationalpark liegen zur Gänze in der Bewahrungszone. Ziele des Almbetriebes im Nationalpark sind in erster Linie der Erhalt der traditionellen Kulturlandschaft und eine Bewirtschaftung nach den Kriterien des ökologischen Landbaus. Eine Weiterführung der Almwirtschaft ist also ausdrücklich erwünscht und dient auch der Erfüllung der Schutzziele nach den Vorgaben durch die IUCN. Die Einbindung der Almen in den Nationalpark Gesäuse erfolgt ausschließlich auf Basis des Vertragsnaturschutzes.

## Nationalpark Gesäuse Almuntersuchungen

Untersuchungsflächen 2003 - 2006



**Abb. 11.** Orthofoto des Untersuchungsgebiet mit Abgrenzung der Almen und Darstellung der Aufnahmeflächen; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten auf insgesamt sechs Almen: die Sulzkaralm, Hüpflingeralm, Haselkaralm und Scheucheggalm werden heute noch bewirtschaftet, die Eggeralm und Ebesangeralm wurden auf Grund der fehlenden Erschließung aufgelassen. Die Untersuchungsflächen sind auf Abb. 11 mit roten Punkten dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Almen im Detail beschrieben. Die Informationen stammen aus dem GESÄUSEINFORMATIONSSYSTEM und aus den unveröffentlichten Berichten von HASITSCHKA (2003a, 2003b, 2006a, 2006b).

- Sulzkaralm: Die Sulzkaralm (Bild 3) liegt im Herzen des Nationalparks Gesäuse und hat eine Gesamtgröße von etwa 180 ha. Im sogenannten „Waldtomus“ aus dem Jahre 1760



**Bild 3.** Sulzkaralm mit Weidevieh;  
GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM

ist sie als stiftische Ochsenalm erstmals erwähnt. Das Stift Admont trieb im 19. Jahrhundert zwischen 24 und 64 Stück eigenes Vieh auf und nahm etwa 35 bis 40 Stück Fremdvieh auf. Mit der Anzahl von 21 Stück Eigentumsvieh gegenüber 70 Stück Zinsvieh im Jahre 1930 kann man sie als die größte Zinsviehalm des Stiftes bezeichnen. Wegen der großen wirtschaftlichen Schwierigkeiten Anfang der Dreißigerjahre verkaufte das Stift Admont die Sulzkaralm an die

Steiermärkischen Landesforste. Die Verpachtung an einen alleinverantwortlichen Almhalter wurde im Jahre 1983 durch Verpachtung an die „Weidegemeinschaft „Sulzkar“ mit 11 Interessenten ersetzt. Der seit 1983 gültige Pachtvertrag ist auf 80 GVE und 5 Pferde festgelegt. Die Auftriebszahlen pendeln daher seither um die 100 Stück Vieh (reine Galtviehalm).

- Haselkaralm: Die Haselkaralm (Bild 4) liegt im südlichen Bereich des Nationalparks und hat eine Größe von etwa 90 ha. Sie ist die einzige Nationalparkalm, wo noch Milchwirtschaft betrieben wird: die auf der Alm gemolkene Milch wird vor Ort zu Käse, Butter und anderen Almprodukten verarbeitet. Laut Waldtomus aus dem Jahre 1760 war die Alm mit 30 Rindern bestoßen, zu Beginn der Dreißigerjahre des 20. Jahrhunderts wurden im Rahmen der Almstatistik 70 Kuheinheiten erhoben.



**Bild 4.** Almhütte auf der Haselkaralm;  
GESÄUSE INFORMATIONSSYSTEM

Seit 1946 besteht der derzeitige Pachtvertrag. Im Jahre 2004 wurden 21 Stück aufgetrieben (28,2 GVE), davon 7 Milchkühe (97 Weidetage).

- Scheucheggalm: Die Scheucheggalm liegt an der östlichen Nationalparkgrenze am Fuße des Lugauers und hat ein Flächenausmaß von etwa 68 ha. Die Bewirtschaftung erfolgt vom Heimhof aus (halterlos) und das Vieh weidet von Anfang Juni bis etwa Mitte September auf der Alm. Im Waldtomus aus dem Jahre 1760 sind für die Scheucheggalm 41 Rinder verzeichnet. Seit 1982 besteht der heutige Pachtvertrag mit Festlegung auf 19 Stück Vieh (17,5 GVE) mit einer Weidedauer von 64 Tagen.

- Hüpfingeralm: Die Hüpfingeralm liegt zwischen der Sulzkaralm und der Haselkaralm und verfügt über keine Almhütte. Die Weidefläche ist auf wenige ha beschränkt. Laut Waldtomus war die Alm Mitte des 18. Jahrhunderts mit 30 Rindern bestoßen. Die Weiderechte der Hüpfinger- und Wirtsalm bis hinauf auf den Hüpfingerhals wurden schon 1876 „eingelöst“. Nach einer Zeit der Auflassung wurde die zentrale Fläche als Wildwiese angelegt (80er Jahre) und eine leichte Beweidung eingeführt. Der Zeit wird die Alm von Mitte Juni bis Mitte Juli (26 Weidetage) von 19 Stück Vieh beweidet: es handelt sich um eine Vorweide für das Scheuchegg.

- Ebersangeralm: die Ebersangeralm befindet sich nord-westlich der Sulzkaralm am Fuße des Zinödl und gilt als sehr entlegen (nicht erschlossen). Bereits 1892 riss eine Lawine die Ebnesangeralm weg und um 1895 wurde die Ebersangerl-Alm bereits als verfallen bezeichnet. Im 20. Jahrhundert wurde vermutlich nur mehr selten Jungvieh zeitweise auf die Ebnesangeralm getrieben. Mit Bescheid der Agrarbezirksbehörde Stainach von 1957 erlosch das brachliegende Servitutsrecht. Die Alm befindet sich der Zeit in einem fortgeschrittenen Stadium der Verwaldung.

- Eggeralm: Die ehemalige Eggeralm liegt in 1.426 m Seehöhe auf einem etwa 500 m breiten Gebirgssattel zwischen der Tieflimauer im NW und dem Tamischbachturm im SO. Die Weide war wenig ergiebig, umfasste jedoch ein großes Areal. Im Jahre 1741 wurde die Eggeralm mit 37 Kühen, 27 Stück Galtvieh und 10 Ochsen bestoßen. Solche Bestoßungszahlen auf einer Alm mit alleinigem Almnutzer wurden im Gesäuse kaum mehr erreicht. Sie war also – nach Bestoßung gerechnet - noch vor der Haselkaralm (70 Rinder) mit 75 Rindern die größte private Alm im Gesäuse. Seit Ende des 19. Jahrhunderts ist ein steter Rückgang der Bestoßung zu bemerken. Ab 1915 wurde kein Vieh mehr aufgetrieben, 1927 wurde schließlich das Weiderecht

von den Stmk. Landesforsten eingelöst. Die ehemaligen Weideflächen sind heute fast zur Gänze verwaldet.

### 2.3 Vegetationskundliche Methoden

Die botanischen Aufnahmen erfolgten auf 57 Grünlandstandorten nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Die Artmächtigkeit wurde allerdings nach einer modifizierten Skala geschätzt. Die BRAUN-BLANQUET-Klassen 1-5 wurden jeweils in drei Subklassen unterteilt (z.B. 1a = 1.0-1.9% Deckung; 1 = 2.0-3.9% Deckung; 1b = 4.0-5.0% Deckung). Die Größe der Aufnahmeflächen betrug 20 m<sup>2</sup> (Rechteck 4 x 5 m). Das Minimum-Areal wird von DIERSCHKE (1994) als die Mindestfläche für das Vorkommen eines nach Struktur und Artenzahl typischen Bestandes einer Pflanzengesellschaft definiert und ist Gegenstand vieler, oft theoretischer Diskussionen (Zusammenfassung bei BARKMAN 1989). In der Praxis richtet sich das Minimum-Areal mehr nach allgemeiner Erfahrung bzw. nach Richtwerten als nach genauen Einzelbestimmungen: DIERSCHKE (1994) gibt als Erfahrungswert für Wiesen, Magerrasen und Gebirgsrasen 10-25 m<sup>2</sup> an. Die Flächen wurden nach subjektiver Einschätzung der floristisch-ökologischen Homogenität des Bestandes ausgewählt und abgegrenzt. Die Benennung der Gefäßpflanzen richtet sich nach ADLER et al. (1994).

Die Vegetationsaufnahmen wurden zwischen Juli und August 2005 durchgeführt. Die Artenzahl der Bestände wurde möglichst zur Zeit ihrer optimalen Entfaltung erfasst. Im Rahmen einer zweiten Begehung im Herbst wurden vorkommende Herbstblüher bestimmt und Moose gesammelt. Unbekannte und nicht sicher bestimmbare Pflanze wurden herbarisiert und später ergänzt.

### 2.4 Bodenkundliche Methoden

Die Bodenproben wurden aus der Tiefenstufe 0-10 cm (A-Horizont) gezogen, da sich in dieser Tiefe 80 bis 95% der unterirdischen Phytomasse befinden und hier mit der größten Stoffaufnahme durch die Pflanzenwurzeln zu rechnen ist (BOHNER 1998a). Zu seichtgründige bzw. sehr humusreiche Böden wurden aufgrund von praktischen bzw. analytischen Schwierigkeiten nicht untersucht: die Zahl der gezogenen Bodenproben beschränkte sich daher auf 42. Die Bodenanalysen wurden an der Österreichischen Agentur für Gesundheit und

Ernährungssicherheit (kurz AGES) in Wien durchgeführt. Die Analysemethoden richten sich nach der jeweiligen ÖNORM (pH-Wert in einer 0.01 M  $\text{CaCl}_2$ -Lösung; elektrische Leitfähigkeit konduktometrisch; Karbonatgehalt nach SCHEIBLER; organische Substanz durch Nassverbrennung;  $N_{\text{tot}}$  am CNS-Automaten; P und K mit der CAL/DL-Methode; P im Wasserektrakt 1:20; effektive Kationenaustauschkapazität austauschbare mineralische Kationenbasen mit einer 0.1 M  $\text{BaCl}_2$ -Lösung; Mg nach SCHACHTSCHABEL).

Die Bodenansprache erfolgte im Herbst aus dem Bohrstock und durch Spatendiagnose. Dabei wurden Bodengründigkeit, Mesorelief, Bodenart (mittels Fingerprobe), Bodentyp und Humusform bestimmt. Zusätzlich wurden mittels GPS-Gerät die Koordinaten, die Exposition und die Seehöhe, mittels Inklinometer die Hangneigung gemessen.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Die Böden der Untersuchungsstandorte

#### 3.1.1 Allgemeiner Überblick

Das Untersuchungsgebiet weist eine große Vielfalt an Böden auf. Da der Dachsteinkalk als geologische Formation dominiert, ist auf den meisten Aufnahme­flächen das Muttergestein karbonathältig. Die standörtlichen lithologischen Unterschiede sowie das Vorkommen von Formationen silikatischen Ursprungs sorgen allerdings für ein breites Spektrum an Bodentypen und –arten. Im Folgenden werden die untersuchten Gebirgsböden kurz beschrieben.

Auf den flachen, leicht geneigten Moränen der Sulzkaralm sind vorwiegend tiefgründige, krumenpseudovergleyte Kalkbraunlehme zu finden, die sich an den Oberhängen stellenweise mit seichtgründigeren Kalklehmrendzinen und Rendzinen in einem komplexen Mosaik verzahnen. Am Sulzkarhund ist mit dem Neigungswechsel der Übergang zur Rendzina sehr deutlich. Die Bodenart ist meist schluffiger Lehm, die Humusform ist Feuchtmull, in Hanglage Mull. In Hangverebnungen und Mulden findet man auf carbonathältiger Unterlage Übergangs- und Niedermoore mit mächtiger Torfschicht. Die Standorte befinden sich zwischen 1350 und 1700 m Seehöhe in ebener oder schwach bis stark geneigter N-Lage.

Auf der Scheucheggalm konnte auf carbonatfreiem Muttergestein ein Alpiner Pseudogley feldbodenkundlich untersucht werden. Die Bodenart ist grusiger, schluffiger Lehm, die Humusform Feuchtmull. Der Standort ist ein mäßig geneigter NW-Unterhang auf ca. 1500 m Seehöhe. Weiters wurden eine vergleyte Braunerde in schwach geneigter Mittelhanglage, eine pseudovergleyte Braunerde auf carbonatfreier Unterlage und ein Niedermoor untersucht.

Am Lugauer (Haselkaralm) sind seichtgründige (Bodenmächtigkeit zwischen 10 und 30 cm) Rendzinen auf Dachsteinkalk zu finden. Der Standort ist ein NW-exponierter Hang zwischen 1750 und 1950 m Seehöhe ca. und gehört somit der subalpinen Stufe. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, die Humusform Mull. An den Hangfüßen des Lugauers (1550 m) wurde ein Alpiner Pseudogley in schwach geneigter N-Lage untersucht. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, die Humusform Feuchtmull. Auf derselben Höhe konnte in einer Mulde ein Naßgley untersucht werden. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, die Humusschicht besteht aus einem sehr dichten

Wurzelfilz. Der untersuchte Boden in Almhüttennähe (1480 m) ist ein pseudovergleyter Kalkbraunlehm in schwach geneigter N-Lage auf einer Moränformation. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, die Humusform Feuchtmull. Eine sehr seichtgründige Kalklehmrendzina (Bodenart: grusiger, schluffiger Lehm) und eine Rendzina (Bodenart: grusiger, lehmiger Schluff) mit der Humusform Moder wurden in nördlicher Exposition auf 1200 m Seehöhe untersucht.

Die untersuchten Böden der Eggeralm sind flachgründige Rendzinen und Kalklehmrendzinen in N/NO-Exposition und in schwach geneigter oder ebener Lage. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, die Humusform Mull.

Auf der Ebesangeralm wurden eine Rendzina, eine krumenpseudovergleyte Rendzina und ein krumenpseudovergleyter Kalkbraunlehm auf kalkhaltiger Moränenformation untersucht. Die untersuchten Flächen (1500 m) befinden sich am Talboden oder in schwach geneigter Unterhanglage. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, die Humusformen sind Mull, mullartiger Feuchtmoder oder Feuchtmull.

Für die feldbodenkundlichen Daten wird auf Tabelle III im Anhang (Beilage) verwiesen. Tabelle I und II desselben Anhanges beinhalten die bodenchemischen Kennwerte.

### 3.1.2 Der Stoffzustand der untersuchten Böden

Der Erfolg einer Almbewirtschaftung wird wesentlich vom Standort beeinflusst. Neben der Wärme ist vor allem das Stoffangebot im Boden ein wesentlicher Standortsfaktor. Die Reaktion des Bodens hat einen zentralen Stellenwert für sehr viele physikalische, chemische und biologische Vorgänge, zum Beispiel für die Freisetzung und die allgemeine Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen oder die Freisetzung toxischer Stoffe. Viele Lebewesen, neben Pflanzen auch das Edaphon, bevorzugen bestimmte pH-Bereiche im Boden, meist ein schwach saures bis schwach basisches Milieu. Der Optimalbereich für gutes, ertragsreiches Kulturgrasland liegt nach KLAPP (1971) in Mineralböden bei ungefähr 6. ROSENTHAL et al. (1998) geben für Kulturgrasland einen pH-Bereich von 5,1 bis 6,8 an.

Der für das Pflanzenleben mit entscheidende Komplex bodenchemischer Faktoren und Vorgänge ist sehr vielschichtig und schwer in Einzelbereiche aufteilbar. Die untersuchten Gebirgsböden lassen allerdings eine Reihe charakteristischer Wesenszüge erkennen.

- Die untersuchten Gebirgsböden weisen im A-Horizont hohe Humusgehalte auf. Die flachgründigen Rendzinen sind im Durchschnitt am humusreichsten. Die tonreicheren

Braunlehme haben im Durchschnitt einen höheren Humusgehalt als die tonärmeren Braunerden. Der  $C_{\text{org}}$ -Gehalt schwankt zwischen 4,20 und 28,79%. Gebirgsböden sind im allgemeinen humusreich, weil die Mineralisierung der organischen Substanz (OS) auf Grund der ungünstigen Lebensbedingungen für Bodenmikroorganismen gehemmt ist (niedrige Bodentemperatur, lang haltende Staunässe, Nährstoffarmut). Außerdem sind die wegen der niedrigeren Temperatur reduzierte Wurzeltiefe und die daraus resultierende Akkumulation der OS in den oberen Bodenschichten für die hohen Humusgehalte im A-Horizont mitverantwortlich: 80 bis 95% der unterirdischen Phytomasse entfallen in Gebirgsböden auf die Tiefenstufe 0-10 cm (BOHNER 1998).

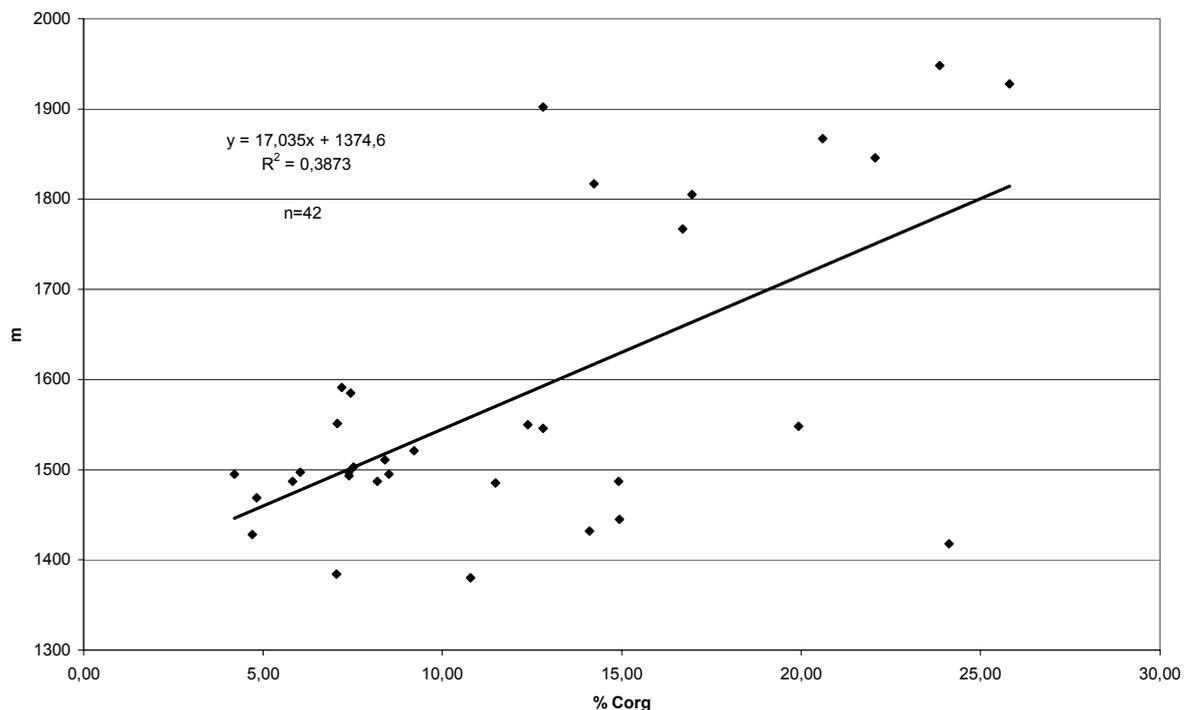
Die OS des Bodens ist ein Indikator für die Bodenqualität, da sie mit unterschiedlichen anderen Bodenkomponenten interagiert und somit Bodeneigenschaften wie Wasserretentionskapazität, Aggregatstabilität, pH, Pufferkapazität, Kationenaustauschkapazität, Mineralisierung, Farbe (Bodenerwärmung), Bodentextur und Mikroorganismenaktivität beeinflusst (BOHNER 2005b). Im allgemeinen steigt der OS-Gehalt mit der Seehöhe, denn mit zunehmender Altitude werden die Lebensbedingungen für die Bodenmikroorganismen immer ungünstiger und die Mineralisierungsrate sinkt schneller als die Nettoprimärproduktion der alpinen Pflanzen (FRANZ 1979, KÖRNER 2003). Wie aus Abb. 12 ersichtlich ist, ist dieser altitudinale Trend in den untersuchten Gebirgsböden nicht besonders deutlich, da eine Reihe von anderen Faktoren den OS-Gehalt im Boden beeinflusst. Ein hoher Humusgehalt ist in kühlen und niederschlagsreichen Alpreigionen für die Bodenfruchtbarkeit und -qualität nicht von Vorteil, da mit steigendem Humusgehalt der Wassergehalt des Bodens steigt (die Wasserretentionskapazität ist hauptsächlich von der SO abhängig); die damit verbundenen niedrigeren Bodentemperaturen und die reduzierte Mineralisation verursachen eine geringere N- und S-Verfügbarkeit im Boden und wirken auf die Ökosystemleistung limitierend (BOHNER 2005b). Mit einem hohen Humusgehalt ist im allgemeinen auch ein hoher  $N_{\text{tot}}$ -Gehalt und damit ein hohes potentielles N-Nachlieferungspotential verbunden (Abb. 13). Im A-Horizont ungedüngter Gebirgsböden liegt Stickstoff zu fast 100% in organischer Form vor (BOHNER 1998a): Dieser große Pool an organisch gebundenem Stickstoff ist allerdings nicht direkt pflanzenverfügbar. Gebirgsböden haben daher nur einen hohen Gehalt an potentiell mineralisierbarem Stickstoff, dessen Pflanzenverfügbarkeit durch die extremen Umweltbedingungen beschränkt wird. Das  $C_{\text{org}}/N_{\text{tot}}$ -Verhältnis ist ein Maß für die Humusqualität. Mit abnehmender natürlicher Standortbonität und verminderter Nutzungsintensität erweitert sich das  $C_{\text{org}}/N_{\text{tot}}$ -Verhältnis, wodurch die

Humusqualität sinkt. Die untersuchten Böden zeigen eine Variationsbreite zwischen 8,75 und 17,62. Die höchsten (ungünstigsten) Werte weisen Rendzinen oberhalb der Waldgrenze, der niedrigste Wert zeigt eine stark pseudovergleyte Braunerde. Die starke Korrelation zwischen  $C_{org}$  und  $KAK_{eff}$  im A-Horizont zeigt, dass die OS für einen Großteil der Kationenaustauschkapazität in Gebirgsböden sorgt (Abb. 14): Diese KAK ist allerdings stark pH-abhängig.

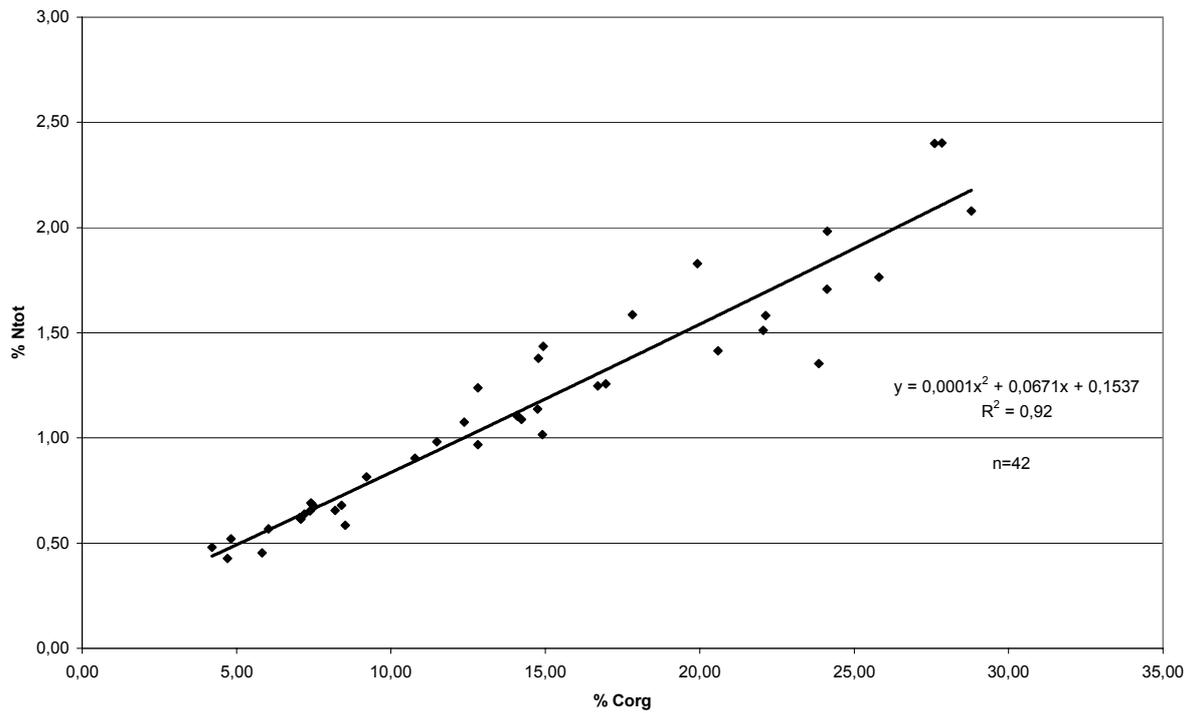
Die untersuchten Gebirgsböden weisen im A-Horizont folgende Variationsbreiten der Humus-Kennwerte auf:

$C_{org}$ %	$N_{tot}$ %	$C_{org}/N_{tot}$	$N_{nachl.}$ % von $N_{tot}$
(4,20-28,79)	(0,43-2,40)	(8,75-17,62)	(0,00-4,74)

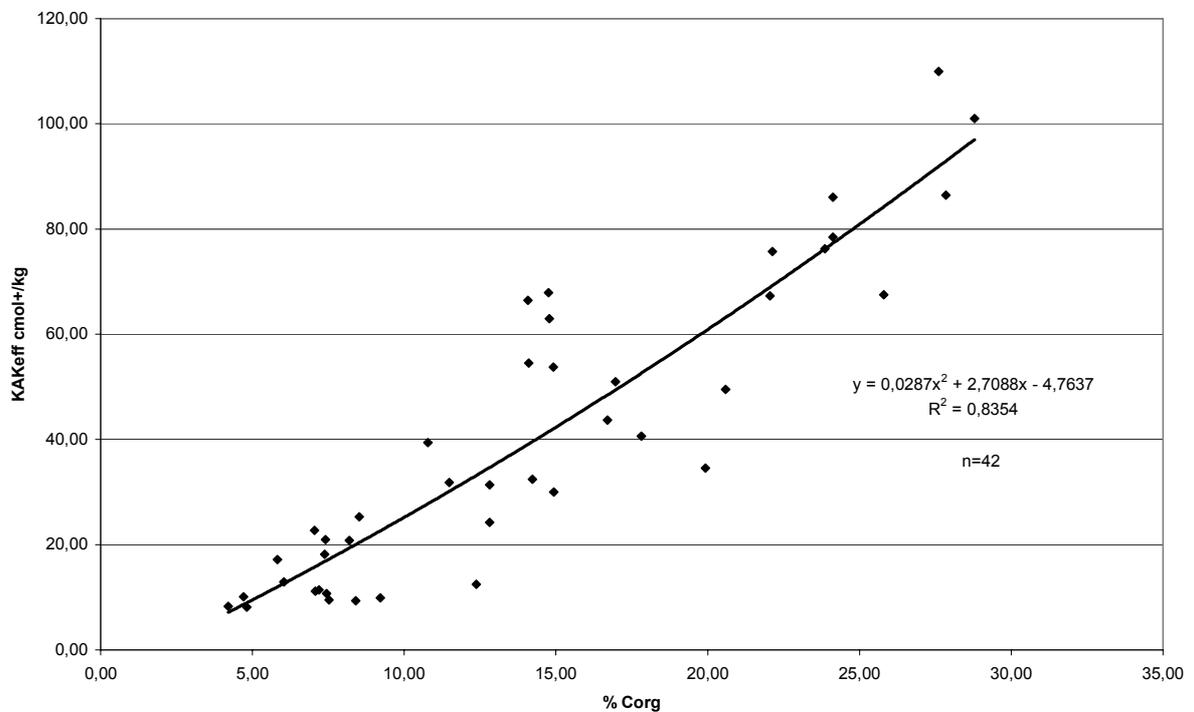
Das C/N-Verhältnis korreliert nicht oder nur schwach mit dem Gesamtstickstoff ( $N_{tot}$ ), dem nachlieferbaren N (%), der Basensättigung, dem Humusgehalt ( $C_{org}$ ) und dem pH-Wert ( $CaCl_2$ ).



**Abb. 12.** Zusammenhang zwischen Corg-Gehalt im Boden und Seehöhe an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005



**Abb. 13.** Zusammenhang zwischen Corg-Gehalt und Ntot-Gehalt im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

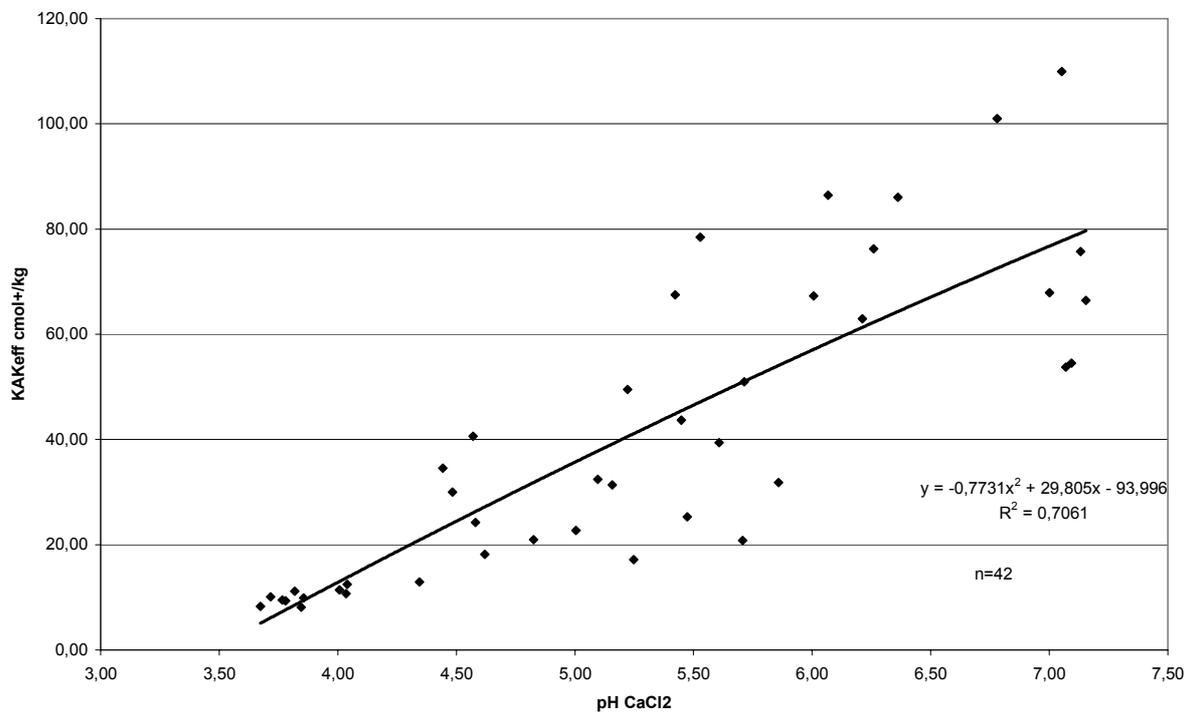


**Abb. 14.** Zusammenhang zwischen Corg-Gehalt und effektiver Kationenaustauschkapazität im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

- Die untersuchten Böden sind hinsichtlich ihres pH-Wertes sehr heterogen: eine breite Amplitude von Bodenreaktionen, von extrem sauren bis hin zu basischen Standorten, ist gegeben. Der niedrigste pH-Wert (3,67) wurde in einer stark pseudovergleyten Braunerde unter Bürstlingsvegetation, der höchste (7,16) in einer Kalklehm-Rendzina festgestellt.

- Zwischen dem pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) und der effektiven Kationenaustauschkapazität (Summe der austauschbaren Kationen) besteht eine gute lineare Regression (Abb. 15). Die variable Oberflächenladung der Austauscher sinkt mit sinkendem pH-Wert der Bodenlösung, da die  $\text{OH}^-$  besetzte Oberfläche der Austauscher zunehmend mit  $\text{H}^+$ -Ionen protoniert wird. Die sorbierten Alkali- und Eralkalitionen werden in der Folge aus dem Sorptionskomplex allmählich verdrängt. Die  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  liegt um so mehr unterhalb der potentiellen KAK, je tiefer der pH-Wert und je höher der Anteil an variabler Ladung sind. Da in humusreichen Böden (wie Gebirgsböden) der Anteil variabler Ladung besonders hoch ist, zeigen diese eine deutlichere Verringerung der  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  mit sinkendem pH-Wert (BOHNER 2005b). Huminstoffe verdanken nämlich ihre negative Ladung und somit ihre Fähigkeit zur Kationensorption an Carboxyl- ( $\text{COOH}$ ), phenolische  $\text{OH}^-$  - Gruppen, Enol- und andere alkoholische Gruppen: Diese Ladung ist ausschließlich variabler Natur. Sie liegt bei pH 7 in einem Bereich von 1,8...3 mmol/g und ist damit deutlich höher als die permanente Ladung der Tonminerale (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Im sauren bis stark sauren Bereich erreicht die  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  ihr Minimum und beruht dann praktisch nur noch auf permanenter Ladung, da die variable Ladung nahezu vollständig protoniert ist. Auch strukturelle Veränderungen im Boden tragen zur Verringerung der  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  bei sinkendem pH-Wert bei. Bei pH-Werten unter 5 findet eine zunehmende Auflösung von Al-Oxiden und eine Zerstörung von Tonmineralen und anderen Silicaten statt. Hierdurch werden  $\text{Al}^{3+}$ -Ionen aus dem Gitter der Silicate freigesetzt. In humosen Horizonten wird der größte Teil der Al-Ionen von Huminstoffen durch Komplexierung festgelegt und damit in eine nicht toxische Form übergeführt. Daneben können Al-Ionen in die Zwischenschichten von Tonmineralen eingebaut werden. Daraus resultiert eine Tonmineralumwandlung zu Al-Chloriten mit deutlich herabgesetzter  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Eine irreversible Degradierung der Böden ist die Folge.

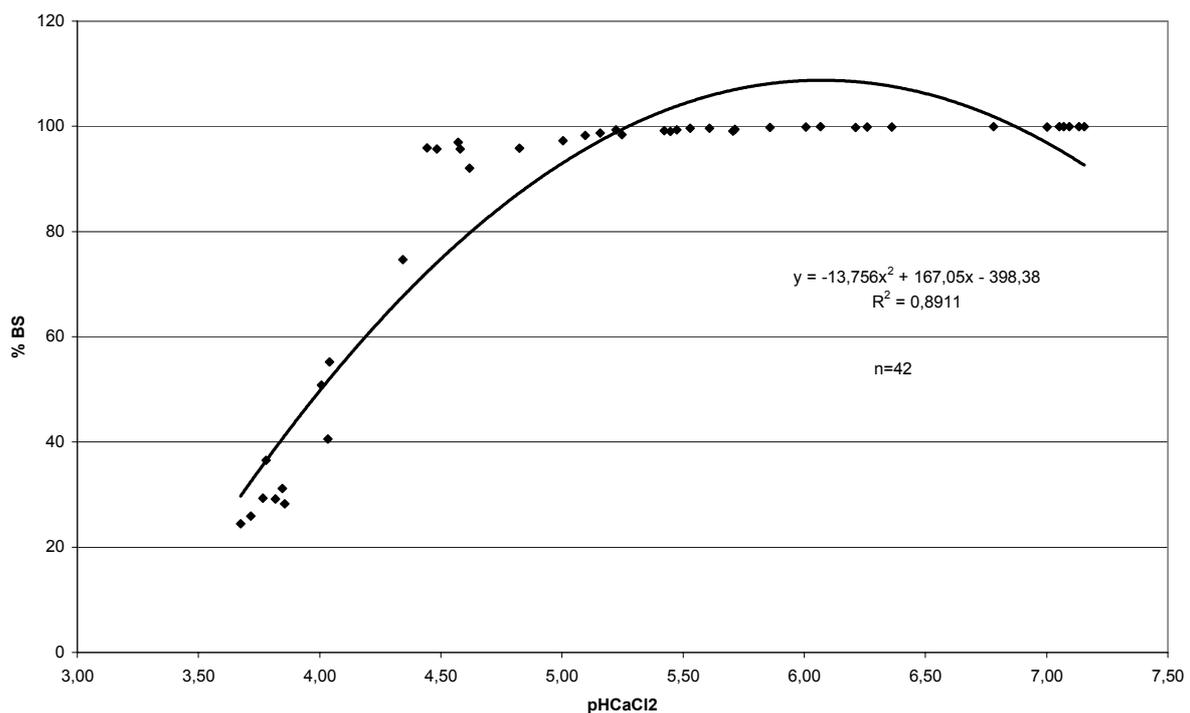
In den untersuchten Gebirgsböden schwankt die  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  zwischen 8,16 und 110,01  $\text{cmol}^+/\text{kg}$ . Die höchsten Werte sind in humusreichen, Carbonat-gepufferten Rendzinen festzustellen, während vergleyte und pseudovergleyte Braunerden sowie Alpine Pseudogleys im Al-Pufferbereich die geringsten Werte aufweisen.



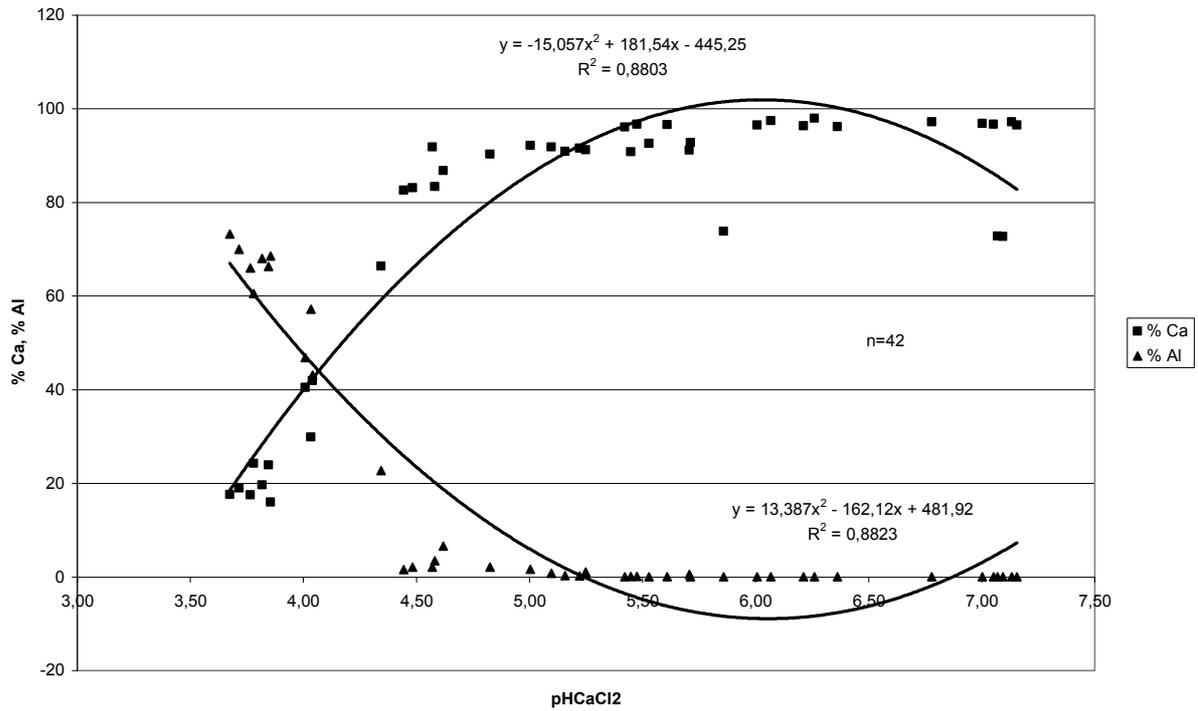
**Abb. 15.** Zusammenhang zwischen pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) und der effektiven Kationenaustauschkapazität im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

Zwischen dem pH-Wert und der Basensättigung (prozentueller Anteil der austauschbaren Ca-, Mg-, K-, Na-Ionen an der KAK) besteht eine gute exponentielle Regression: Mit sinkendem pH-Wert werden die sorbierten Basen des Kationenbelages gegen undissoziiertes  $\text{H}^+$  ausgetauscht und in die Bodenlösung gebracht (Abb. 16). Carbonatfreie, humusreiche, ausreichend mit Alkali- und Erdalkalibasen abgesättigte Böden puffern Säureimpulse in erster Linie durch Ca-Desorption ab (BOHNER 1998a). Mit zunehmender Bodenversauerung verdrängen neben  $\text{H}^+$ - auch Al-Ionen Ca vom Sorptionskomplex, da Al ab pH 5-4,5 verstärkt in Lösung geht. Auf Grund dieser unterschiedlicher Pufferreaktionen sinkt in humusreichen Oberböden mit sinkendem pH-Wert die Ca-Sättigung, während die Al-Sättigung steigt (Abb. 17). Fe(III)-Oxiden u. -Hydroxide werden wegen ihrer extrem geringen Löslichkeit erst bei tieferem pH-Wert ( $\text{pH CaCl}_2 < 3$ ) von Bedeutung (Abb 18). Die Mg-Sättigung bleibt von den Pufferreaktionen weitgehend unbeeinflusst, da Mg erst bei sehr niedriger Ca-Sättigung durch Säurepufferung und Al-Ionenkonkurrenz mobilisiert wird (BOHNER 1998b, Abb. 19). Wegen der bevorzugten Ca-Desorption nimmt mit sinkendem pH-Wert der Alkalianteil an der KAK zu (Abb. 20). Da Alkali-Silikate im sauren Bereich stabiler sind als Erdalkali-Silikate, werden mit zunehmender

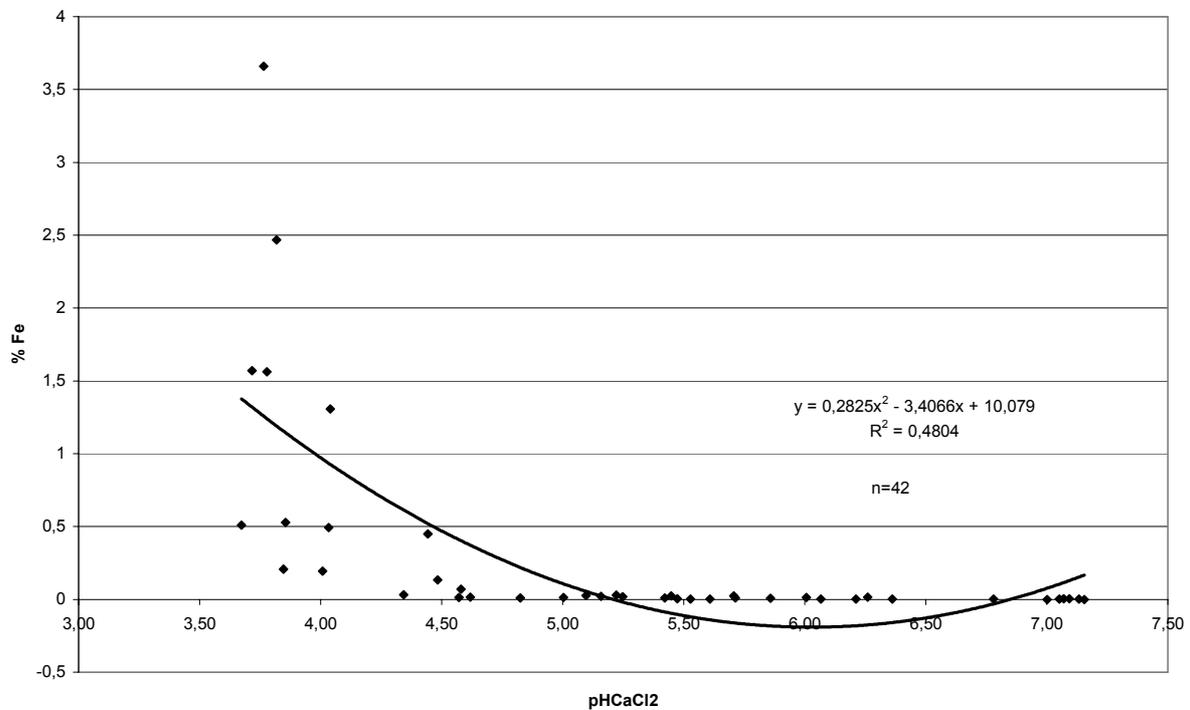
Bodenversauerung durch Silikatverwitterung verstärkt Alkalien dem Boden zugeführt. Hinzu kommt, dass Gebirgsböden mit dem Niederschlag relativ viel Na erhalten. Diese sogenannte alpine Solodierung ist ein wesentliches Merkmal saurer Gebirgsböden im Al- und Fe-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2 < 4,2$ ): Sie weisen einen relativen Alkali- und Sesquioxid-Überschuss sowie einen komplementären relativen Erdalkali-Mangel auf und sind somit durch eine unausgewogene Stoffzusammensetzung gekennzeichnet (BOHNER 1998a, 2001). Diese Solodierungsmerkmale sind um so deutlicher ausgeprägt, je stärker der Boden versauert ist. Kalkböden im Carbonat-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2 > 6,2$ ) weisen demgegenüber einen absoluten und relativen Ca-Überschuss auf. Die Böden im Silikatpufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2$  6,2-5,0) und jene, die sich im oberen Teil des Austausch-Pufferbereichs (Austauscher-Pufferbereich  $\text{pH CaCl}_2$  5,0-4,2) befinden, sind im allgemeinen durch eine harmonische Stoffzusammensetzung in der Bodenlösung und am Sorptionskomplex charakterisiert.



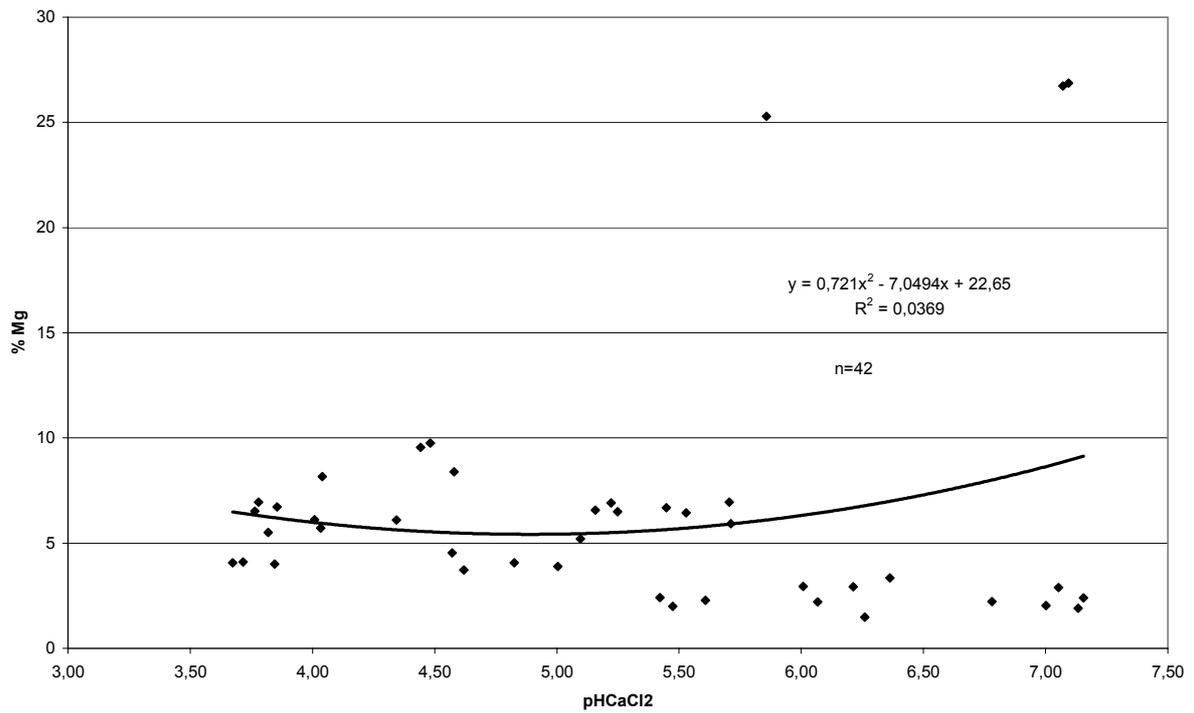
**Abb. 16.** Zusammenhang zwischen pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) und der Basensättigung (%) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005



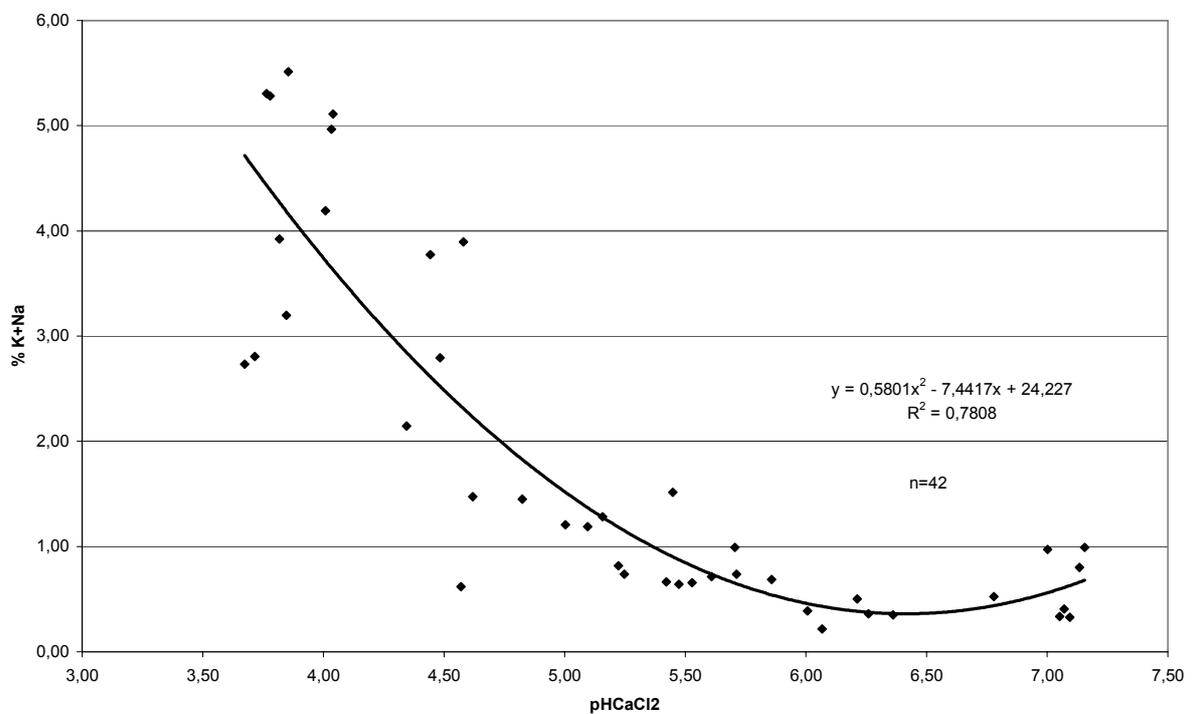
**Abb. 17.** Ca- und Al-Sättigung (%) in Abhängigkeit vom pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005



**Abb. 18.** Fe-Sättigung (%) in Abhängigkeit vom pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

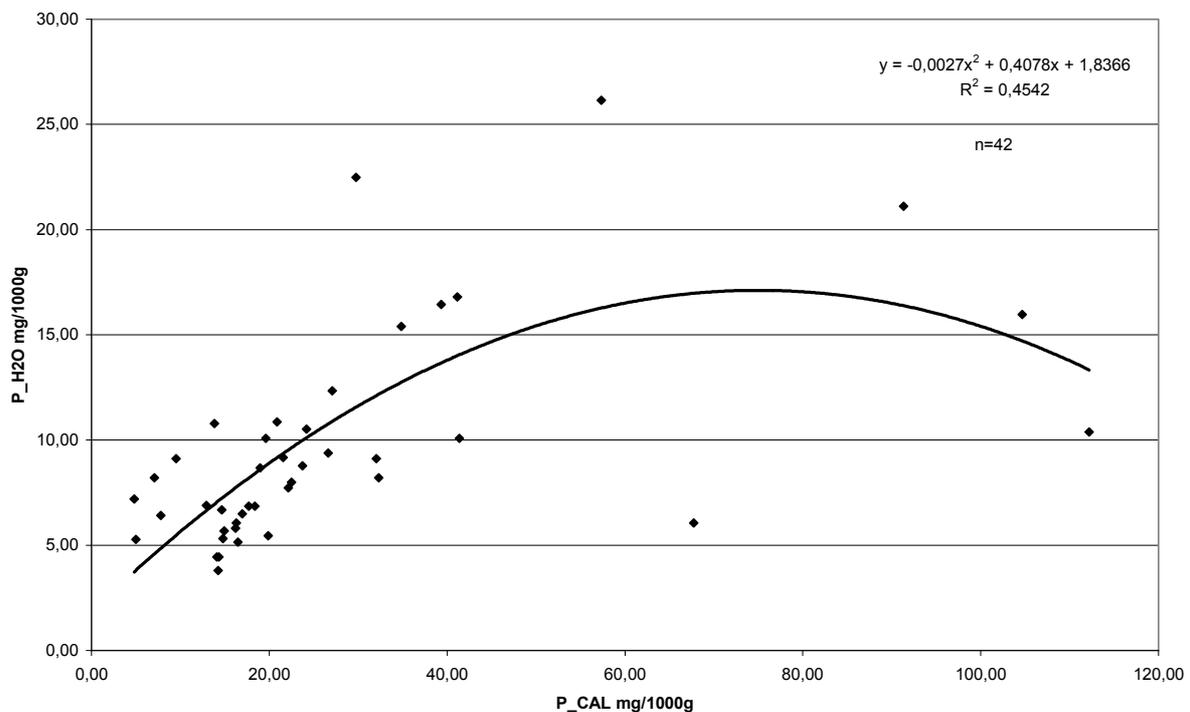


**Abb. 19.** Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>) und Mg-Sättigung (%) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005



**Abb. 20.** Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>) und Alkali-Anteil and der effektiven Kationenaustaschkapazität im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

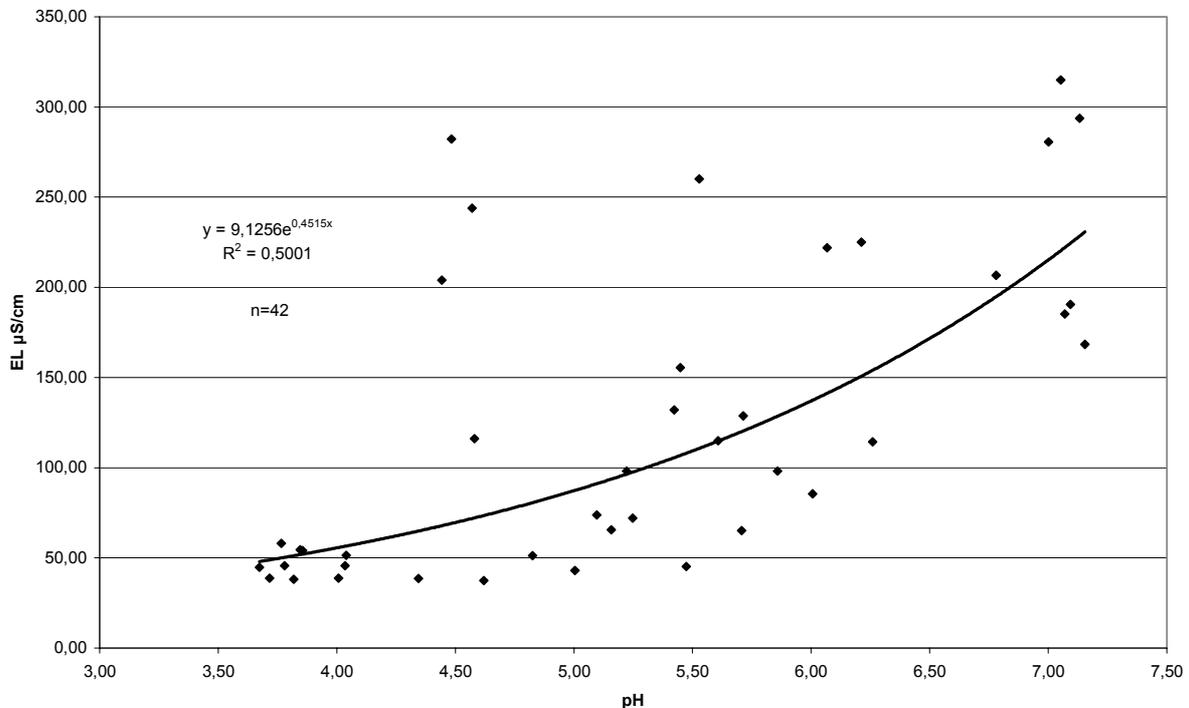
- Der lactatlösliche Phosphor-Gehalt schwankt zwischen 4,79 und 112,21 mg/1000 g. Der niedrigste Wert ist in einer Rendzina oberhalb der Waldgrenze, der höchste auf einer mit Mist gedüngten, einschürigen Mähwiese festzustellen. Dieselbe Fläche weist den niedrigsten K\_CAL-Wert (30,21 mg/1000 g) auf. Der höchste K\_CAL-Wert (470,08 mg/1000 g) ist in einem stark krumenpseudovergleyten Kalkbraunlehm unter Alpenampferbestand festzustellen. Zwischen dem lactatlöslichen und wasserlöslichen Phosphor besteht eine positive, allerdings relativ schwache Korrelation: mit steigendem P\_CAL-Gehalt steigt der Gehalt an wasserlöslichem Phosphor und somit die P-Verfügbarkeit im Boden (Abb. 21). Keine Regression besteht zwischen P\_CAL und K\_CAL. Der pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>), das C/N-Verhältnis und der Humusgehalt (C<sub>org</sub>) korrelieren nicht oder nur sehr schwach mit P\_CAL, P\_H2O und K\_CAL.



**Abb. 21.** Zusammenhang zwischen lactatlöslichem und wasserlöslichem Phosphor im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

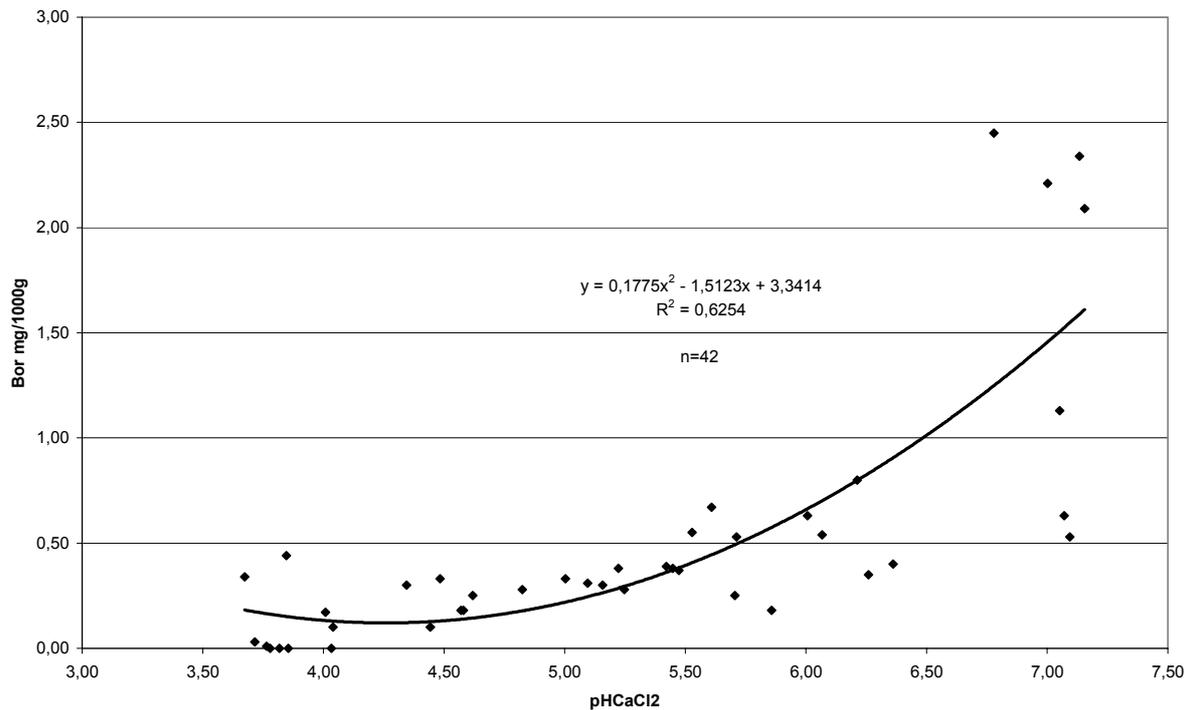
- Die elektrische Leitfähigkeit (EL) der untersuchten Gebirgsböden liegt zwischen 37,40 und 315,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Der niedrigste Wert ist in einem krumenpseudovergleyten Kalkbraunlehm im unteren Bereich des Austauscherpufferbereichs, der höchste in einer seichtgründigen Rendzina im Carbonat-Pufferbereich festzustellen. Zwischen der elektrischer Leitfähigkeit und dem pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>) besteht eine relativ gute positive Korrelation (Abb. 22). Mit steigendem pH-Wert

steigt die Basensättigung am Sorptionskomplex und somit die Konzentration an leicht löslichen Salzen und Bicarbonat im Sättigungsextrakt.



**Abb. 22.** Zusammenhang zwischen dem pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) und der elektrischen Leitfähigkeit im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

- Die Bor-Gehalte der untersuchten Gebirgsböden liegen zwischen 0,00 und 2,45 mg/1000 g. Die höchsten Werte sind in basischen flachgründigen Rendzinen, die niedrigsten in sauren Braunerden festzustellen. Die Bor-Konzentration der Bodenlösung wird ganz wesentlich durch Adsorptions- und Desorptionsvorgänge bestimmt. In sauren Böden erreicht diese Konzentration das Minimum, da Bor bei tiefen pH-Werten eine geringe Adsorbierbarkeit hat und verstärkt ausgewaschen wird. Die Bor-Adsorption und somit der Bor-Gehalt des Bodens steigt mit steigendem pH-Wert (Abb. 23). In alkalischen Böden kann allerdings ein Bor-Mangel im Zuge der zu starken Fixierung entstehen.



**Abb. 23.** Zusammenhang zwischen dem pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) und dem Bor-Gehalt im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

Im Bezug auf den Stoffzustand der untersuchten Gebirgsböden können die wesentlichsten Ergebnisse wie folgt zusammengefasst werden:

- Stark versauerte Gebirgsböden im Al- und Fe-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2 < 4,2$ ) sind durch eine relativ niedrige Basensättigung, effektive Kationenaustauschkapazität und elektrische Leitfähigkeit charakterisiert. Durch eine disharmonische Stoffzusammensetzung im Boden (relativer Mg- und Ca-Mangel, relativer Al-, H-, K- und Na-Überschuss) sind Pflanzen einem ausgeprägten Nährstoff- und Säurestress ausgesetzt. Daraus resultiert eine starke Hemmung des Pflanzenwachstums. Nur calcifuge Pflanzen ertragen diese ungünstige Stoffkomposition im Boden.

- Basische Gebirgsböden im Carbonat-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2 > 6,2$ ) sind durch eine relativ hohe Basensättigung, effektive Kationenaustauschkapazität und elektrische Leitfähigkeit charakterisiert. Die Boden-Sättigungslösung weist einen absoluten und relativen Ca-Überschuss sowie einen komplementären Alkali-Mangel auf, wodurch es mit einem ausgeprägten Nährstoffstress für viele Pflanzenarten zu rechnen ist. Das Pflanzenwachstum wird also

gleichfalls gehemmt. Nur calcicole Pflanzen ertragen diese ungünstige Stoffkomposition im Boden.

- Gebirgsböden im Silikat-Pufferbereich (pH  $\text{CaCl}_2$  zwischen 6,2 und 5,0) sowie im Austauscher-Pufferbereich (pH  $\text{CaCl}_2$  zwischen 5,0 und 4,2) sind in der Regel durch eine harmonische Stoffzusammensetzung im Boden charakterisiert. Daher gibt es keinen (oder einen geringeren) Nährstoff- und Säurestress für die Pflanzen. Stickstoff wird im allgemeinen zum wachstumslimitierenden bodenchemischen Faktor (BOHNER 2002).

Die aus diesen Ergebnissen für die Almbewirtschaftung resultierenden Konsequenzen werden im weiteren Verlauf der Diskussion angesprochen.

### 3.2 Die Vegetation der Untersuchungsstandorte

Das Untersuchungsgebiet weist eine enorme Vielfalt an Standortverhältnissen und Bewirtschaftungsformen auf engstem Raum auf. Nicht nur die Diversität physiogeographischer Faktoren wie Klima, Boden, Höhenstufen, Morphologie usw. sondern auch die Mannigfaltigkeit der anthropogenen Systeme sorgen für eine hohe Habitatdiversität und in der Folge für eine hohe Biodiversität. Im Folgenden werden die wichtigsten Vegetationstypen der untersuchten Almflächen kurz beschrieben. Auf die Hintergründe der floristischen Eigenschaften der Aufnahmeflächen wird in einem späteren Kapitel eingegangen.

Der Borstgrasrasen (*Nardetalia*) ist besonders auf den Weiden der Sulzkaralm und der Scheucheggalm zu finden (Bild 5). Das Borstgras (*Nardus stricta*) ist auf extensiv beweideten, ungedüngten Rasen kalkarmer Böden eine der erfolgreichsten Pflanzen, vom Tiefland bis in die Bergregion (ELLENBERG 1996). Es meidet kalkreiche Böden, weil es hier unter starken Störungen seines Nährstoffhaushaltes leidet.



**Bild 5.** Borstgrasrasen am Sulzkarhund; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM

Im Untersuchungsgebiet dominiert kalkhaltiges Muttergestein: Liegt jedoch über dem Kalk eine kalkarme Braunlehmdecke oder ist der Boden auf natürlicher Weise bereits versauert, so kommt das Borstgras mit anderen Arten der Silikatmagerrasen verstärkt vor (SOBOTIK et al. 1998). Auf

der Sulzkaralm ist der Borstgrasrasen auf tiefgründigen pseudovergleyten Kalkbraunlehmen, auf der Scheucheggalm auf Braunerden und Alpinen Pseudogley zu finden. *Nardus* bildet im allgemeinen artenarme, manchmal auch relativ artenreiche, physiognomisch relativ homogene, oft pflanzensoziologisch schlecht charakterisierbare Bestände. Die Artenzahl der untersuchten Borstgrasrasen schwankt zwischen 20 und 84. ZILLOTTO et al. (2004) geben für den Borstgrasrasen in der montanen Stufe eine Variationsbreite zwischen 30 und 65 Arten. Mit *Nardus stricta* sind calcifuge Arten wie *Anthoxanthum alpinum*, *Carex pallescens*, *Hypericum maculatum*, *Luzula campestris* agg., *Potentilla erecta* assoziiert. Der futterbauliche Wert des Bürstlings ist sehr gering und die Pflanze wird nur im jungen Stadium gefressen.

Auf den flachgründigen, steilen, kalkreichen Rendzinen des Lugauers und des Sulzkarhunds, zwischen 1650 und 1950 m Seehöhe, dominieren buntblumige, artenreiche Blaugras-Horstseggenhalden (*Seslerio-Semperviretum*, Bild 6). Durch den hohen Carbonatgehalt des Bodens finden hier calcicole Pflanzenarten ihren optimalen Lebensraum. Der gelbblühende Aspekt durch *Helianthemum glabrum*, *Primula elatior* und *Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris* wird durch das massive Auftreten von *Trollius europaeus* verstärkt. Mit verschiedenen Blautönen mischen sich *Gentianella germanica*, *Phyteuma orbiculare*, *Campanula scheuchzeri* und andere Kräuter unter sie, während rote Farben nur von wenigen Charakterpflanzen gezeigt werden, z.B. *Pedicularis verticillata*. Tiefgründige Mullrendzinen sind wegen ihres günstigeren Wasserhaushalts bereits von Vertretern des Rostseggenrasens durchsetzt (*Carex ferruginea*,



**Bild 6.** Kalkmagerrasen am Lugauer; GESÄUSE-  
INFORMATIONSSYSTEM

*Heracleum austriacum*, *Phleum hirsutum*). Die namensgebende Art Blaugras (*Sesleria albicans*) kommt nur in den höher gelegenen Aufnahmeflächen vor, während *Carex sempervirens* eine hohe Deckung auf allen Aufnahmeflächen erreicht. Die Blaugras-Horstseggenhalden sind die ausgedehntesten Naturrasen der subalpinen Stufe und haben alpwirtschaftlich keine Bedeutung. Die Artenzahl der

untersuchten Flächen schwankt zwischen 41 und 63. ZILLOTTO et al. (2004) geben für diese Pflanzengesellschaft eine Variationsbreite zwischen 40 und 70 Arten.



**Bild 7.** Rostseggenhalde in steiler Lage;  
GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM

Rostseggenhalden (*Caricetum ferrugineae*, Bild 7) wurden auf der Eggeralm auf einer Kalklehm-Rendzina in 1485 m Seehöhe aufgenommen. Rostseggenrasen kommen in der Regel auf tiefgründigen, kalkhaltigen, etwas nährstoffreicheren Lehmböden in der subalpin-alpinen Stufe vor. Sie sind besonders in den regenreichen Außenketten der Alpen zu finden und meiden durchlässige Böden, die im Sommer austrocknen (ELLENBERG 1996). *Carex ferruginea* bildet mit ihren flachstreichenden Rhizomen und ihren langen, gebogenen Blättern einen dichten und üppigen Rasen (diese Wiesen sind ihres üppigen Wuchses wegen als „Wildheuplanken“ mähbar).

Ähnlich der Blaugrashalde beherbergt auch der Rostseggenrasen viele buntblühende Arten. Zu den Charakterarten gehören u. a. *Festuca pulchella* ssp. *Pulchella*, *Heracleum austriacum* und *Phleum hirsutum*. *Dactylis glomerata* und *Pimpinella major* deuten die Beziehungen zu den Goldhafer-Fettwiesen der tieferen Lagen an. Die Artenzahl liegt auf den Aufnahmeflächen zwischen 38 und 47. ZILLOTTO et al. (2004) geben für diese Pflanzengesellschaft eine Variationsbreite zwischen 35 und 60 Arten.

In 1432 m Seehöhe wurde die Vegetation einer Goldpippau-Kammgrasweide (*Crepidocynosoretum*) auf der Eggeralm aufgenommen. Sie gehört zu den Alpftweiden des unteren subalpinen Bereichs, etwa zwischen 1200 m und 1600 m ü. M. Je nach Nährstoffversorgung können magere, typisch fette und üppige Ausbildungen unterschieden werden. Zu den häufigsten Pflanzenarten dieser Gesellschaft gehören *Crepis aurea*, *Cynosurus cristatus*, *Poa alpina*, *Phleum raeticum* u. a. Die durchschnittliche Artenzahl liegt nach ELLENBERG (1996) bei 44 Arten. Die untersuchte Aufnahmefläche weist 49 Arten auf, der Boden ist eine Rendzina.

Auf der Haselkaralm wurde die Vegetation einer mit Mist gedüngten, einschürigen Wiese in Almhüttennähe (1487 m Seehöhe) aufgenommen. Sie gehört pflanzensoziologisch zu den Berg-Fettwiesen (*Trisetetum flavescens*). Das sind produktivere, etwas artenärmere Wiesen mit dichter Mittel- und lockerer Oberschicht aus anspruchsvolleren Arten, welche die kleinwüchsigen Magerkeitszeiger unterdrücken (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). *Alchemilla monticola*, *Poa pratensis*, *Rumex alpestris*, *Senecio subalpinus* und *Trisetum flavescens* sind die dominanten Arten. Seinen Schwerpunkt hat hier auch *Taraxacum officinale* agg. Die Artenzahl

ist mit 38 Arten relativ gering, der Bodentyp ist ein stark krumenpseudovergleyter Kalkbraunlehm.

Auf Moorböden (Bild 8) wurde ein breites Spektrum an Pflanzengesellschaften erfasst. Auf einem Niedermoor und einem Übergangsmoor der Sulzkaralm wurde das *Caricetum fuscae* (Braunseggeried) aufgenommen. Es gehört zu den sauren Kleinseggenrieden und ist der wichtigste aktuelle Torfbildner auf sauren Böden. Das *Caricetum fuscae* kann als Dauergesellschaft angesehen werden (ELLENBERG 1996). Als Charakterarten seien *Carex*



**Bild 8.** Moorvegetation in Hangverebnung; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM

*nigra*, *Carex echinata*, *Eriophorum vaginatum* und *Calycocorsus stipitatus* angeführt. Gleichfalls auf Niedermoorboden wurden Davallseggenbestände (*Caricetum davallianae*) aufgenommen. Das *Caricetum davallianae* gehört zur Vegetation der Kalk-Niedermoore (WILMANNNS 1998). Zu den Charakterarten zählen u.a. *Carex davalliana*, *Eriophorum latifolium* und *Parnassia palustris*. Unter den Vegetationsaufnahmen

auf Moorböden sind auch Schnabelseggenriede (*Caricetum rostratae*) und Sumpfschachtelhalmbestände sowie ein Sumpfdotterblumenbestand zu erwähnen. Die floristische Diversität dieser artenarmen Moorbiotope schwankt zwischen 2 und 38 Arten. Auf Alpenen Pseudogley sowie auf pseudovergleyten Kalkbraunlehmen wurden *Juncus filiformis* Bestände (*Juncetum filiformis*) aufgenommen.

Die Vegetation von Alpenampfer-Lägern (*Rumicetum alpini*) wurde auf der Sulzkaralm, Haselkaralm und Ebnesangeralm aufgenommen. Der Alpen-Ampfer ist ein weit verbreitetes Almunkraut und bevorzugt frische bis mäßig feuchte, ausgesprochen nährstoffreiche Standorte. Er wächst massenhaft in Lägerfluren der obermontanen bis subalpinen Stufe, kommt aber auch in Hochstaudenfluren, Grünerlenbeständen, Geländemulden und überdüngten Berg-Fettwiesen sowie in der unmittelbaren Umgebung von Almhütten, Viehställen und Viehtränken häufig und verbreitet vor. Das *Rumicetum alpini* kann natürlichen Ursprungs sein, seine Entstehung ist aber meistens mit der Weidewirtschaft gekoppelt (zoo-anthropogener Ursprung). Durch jahrzehnt- oder jahrhundertlange Kotanreicherung kommt es an manchen Stellen zu einer Eutrophierung des Bodens und der Alpen-Ampfer sowie andere nitrophile Pflanzen können sich durchsetzen

(BOHNER 2003). Durch den biologischen Stoffkreislauf, der die einmal gesammelten Nährstoffe erhält und immer wieder nutzbar macht, wird das *Rumicetum* zu einer stabilen Dauergesellschaft. Wie alle unter extremen Bedingungen lebenden Pflanzengesellschaften sind Lägerfluren artenarm. Die Artenzahl der untersuchten Lägerfluren schwank zwischen 13 und 24. Mit *Rumex alpinus* sind Pflanzenarten wie *Poa supina*, *Rumex*



**Bild 9.** Alpen-Ampferflur; eigene Aufnahme

*alpestris*, *Stellaria nemorum*, *Urtica dioica* assoziiert. Diese Flächen haben auf Grund der Dominanz von *Rumex alpinus* keinen wesentlichen futterbaulichen Wert.

### 3.3 Einfluss der Standortfaktoren und der Bewirtschaftung auf die floristische Diversität auf den untersuchten Almflächen

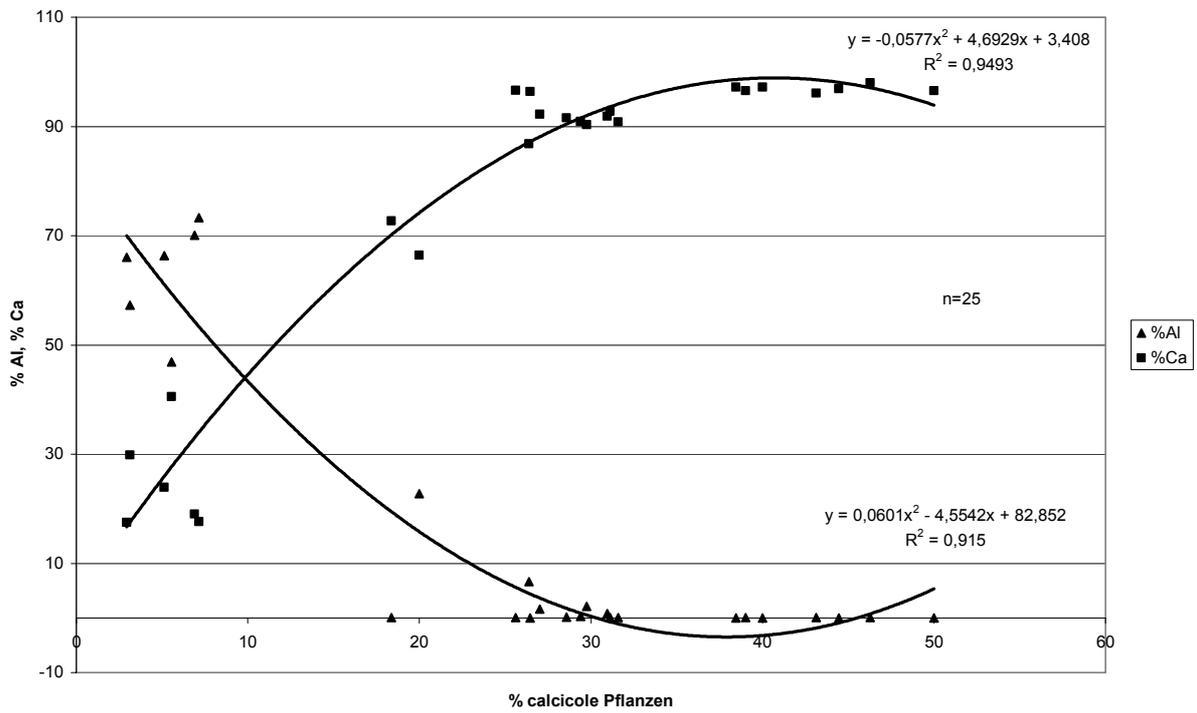
Im Folgenden werden die erfassten boden- und vegetationskundlichen Daten sowie die Bewirtschaftung in Bezug auf deren Bedeutung für die floristische Zusammensetzung und Vielfalt der untersuchten Pflanzenbestände interpretiert. Dabei sollen nicht nur ökologische Zusammenhänge beschrieben, sondern auch die daraus resultierenden Konsequenzen für den Naturschutz und die landwirtschaftliche Praxis analysiert werden.

Für die einzelnen Vegetationsaufnahmen wird auf Tabelle III im Anhang (Beilage) verwiesen.

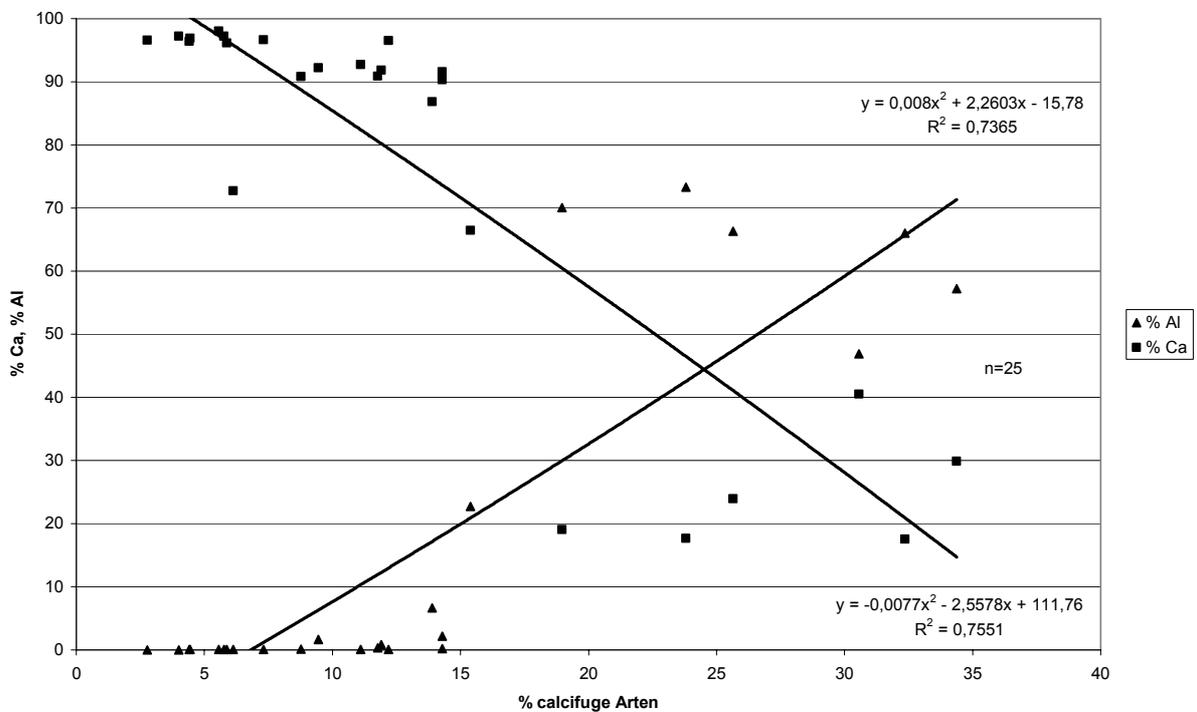
#### 3.3.1 Bedeutung des Stoffzustandes im Boden für die Florenverteilung und die floristische Diversität

Auf sauren und basischen Böden wachsen unterschiedliche Pflanzengesellschaften. Diese unterscheiden sich nicht nur in ihrer floristischen Zusammensetzung, sondern auch in ihrer floristischen Vielfalt. Der pH-Wert des Bodens und die damit verbundenen Stoffzustände und Stoffumsetzungen wirken auf den Pflanzenbestand gestaltend ein. Somit können Pflanzen als ökologische Indikatoren des Bodenzustandes herangezogen werden.

Säure- und Basenzeiger sind meist konkurrenzschwache Arten, die diese Verhältnisse gerade noch ertragen, bei Ausschluss von Konkurrenten aber unter mittleren Bedingungen besser gedeihen (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Basierend auf den Zeigerwerten von ELLENBERG et al. (1992) wurde für 25 Vegetationsaufnahmen der Prozentsatz der calcicolen und calcifugen Arten bestimmt. Unter calcicol versteht man nach ELLENBERG et al. (1992) jene Pflanzenarten, deren Reaktionszahl über 8 liegt; unter calcifug jene Pflanzenarten, deren Reaktionszahl unter 3 liegt. Standorte, die auf Grund des Nährstoff- u./o. Wasserhaushaltes u./o. der Bewirtschaftung als „extrem“ gelten, wurden bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Wie aus Abb. 24 und 25 ersichtlich ist, bestehen zwischen der Al- bzw. Ca-Sättigung im Boden und der floristischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes gute Regressionen. Mit steigender Al-Sättigung nimmt der prozentuelle Anteil calcicoler Pflanzenarten an der Gesamtartenzahl eines homogenen Pflanzenbestandes ab, während der Anteil calcifuger Pflanzenarten steigt. Bei steigender Ca-Sättigung ist der umgekehrte Trend festzustellen. Auf Böden im Al- und Fe-Pufferbereich dominieren calcifuge Arten, weil sie an den starken Säure- und Nährstoffstress im Boden (relativer Alkali- und Sesquioxid-Überschuss sowie komplementärer relativer Erdalkali-Mangel) am besten angepasst sind. Sie dürften einen relativ niedrigen Ca- und Mg-Bedarf u./o. ein sehr selektives Aufnahmevermögen für Ca und Mg besitzen. Calcicole Pflanzen fehlen v. a. auf Grund der gehemmten Mg- und Ca-Aufnahme. Die Al-Toxizität ist in humusreichen Gebirgsböden für die Verbreitung der verschiedenen Pflanzenarten nicht entscheidend, da das durch Mineralverwitterung freigesetzte Al von der organischen Bodenfestphase komplexiert wird und somit nur eine relativ niedrige Konzentration in der Boden-Sättigungslösung erreicht (BOHNER 2002). Der Humus hat somit eine große Bedeutung für die Kontrolle der Al-Aktivität in der Boden-Sättigungslösung saurer Gebirgsböden (BLOOM et al. 1979). Nach ULRICH et al. (1979) soll eine Al-Konzentration von 1,35 mg/l für empfindliche Pflanzenarten bereits toxisch sein. Auf Böden im Carbonat-Pufferbereich dominieren calcicole Pflanzen, weil sie an die durch den Ca-Überschuss bedingte individuelle Stoffdiskriminierung (ausgeprägter Ca-induzierter selektiver Nährstoffmangel) besonders gut angepasst sind.

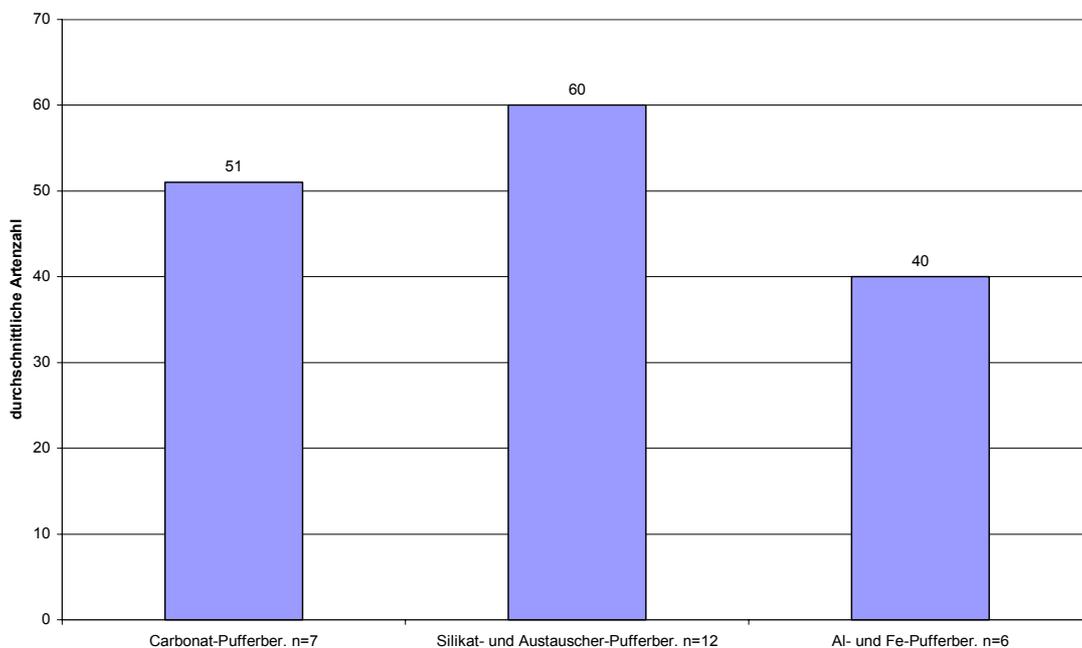


**Abb. 24.** Zusammenhang zwischen der Al- und Ca-Sättigung (%) im Boden und dem prozentuellen Anteil calcicoler Pflanzenarten in homogenen Pflanzenbeständen an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

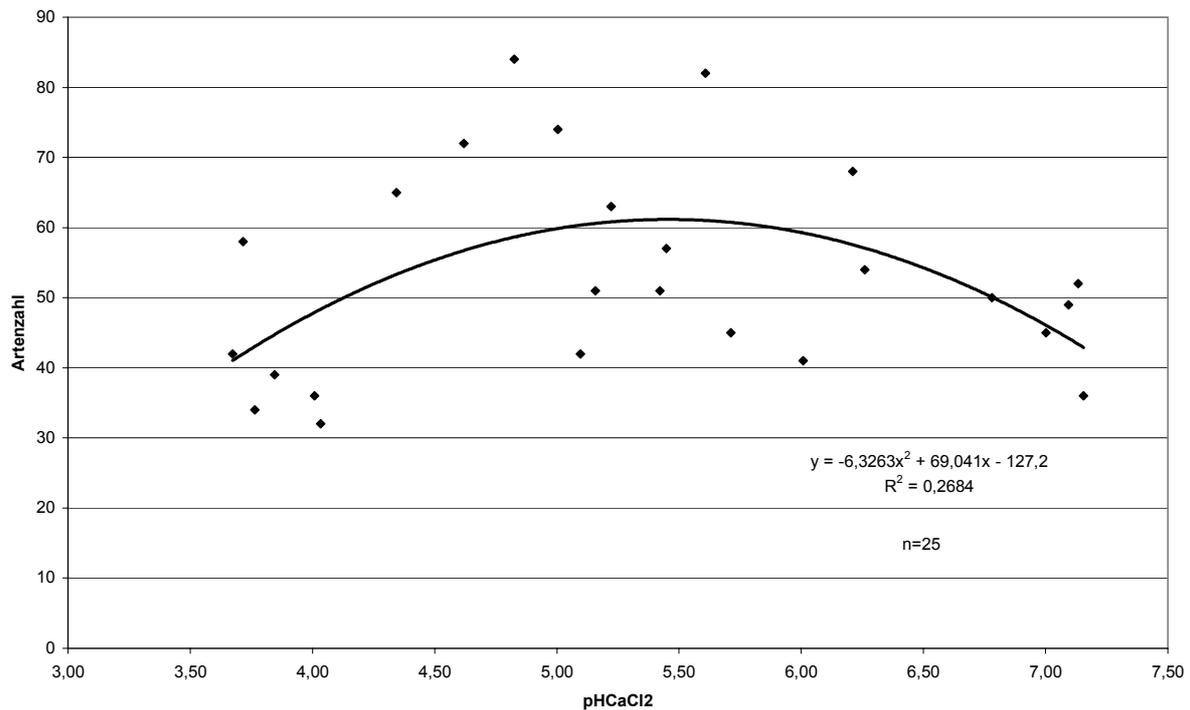


**Abb. 25.** Zusammenhang zwischen der Al- und Ca-Sättigung (%) im Boden und dem prozentuellen Anteil calcifuger Pflanzenarten in homogenen Pflanzenbeständen an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

Calcifuge Pflanzenarten sind in der Folge auf Al- und Fe-gepufferten Böden besonders konkurrenzstark, während calcicole Pflanzenarten auf Böden im Carbonat-Pufferbereich ihren Konkurrenzvorteil haben. Diese extremen Lebensstätten, die durch einen hohen Nährstoffstress und somit durch einseitige Lebensbedingungen gekennzeichnet sind, weisen eine relativ niedrige  $\alpha$ -Diversität auf. Hier können sich wenige spezialisierte Arten ausbreiten und dominant werden. Dies entspricht den biozonotischen Grundregeln I und II nach THIEMANN (1956), wonach unter extremen Umweltbedingungen die Artenzahlen abnehmen, die Individuenzahlen der verbliebenen Arten allerdings steigen. Böden im Silikatpufferbereich und im Austauscherpufferbereich stellen einen intermediären Lebensraum dar, in dem calcifuge und calcicole Pflanzen koexistieren können. In diesem Lebensraum kommen auch jene Pflanzenarten vor, die einen moderaten pH-Bereich (schwach sauer bis schwach alkalisch) bevorzugen. Durch solche Koexistenz steigt die Zahl der Arten pro homogener Aufnahme­fläche beträchtlich: „Mittlere“ Standorte mit minimalem Standortstress weisen die höchste  $\alpha$ -Diversität auf. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die bereits formulierten Annahmen. In Abb. 26 sind die Artenzahlen homogener Pflanzenbestände für einzelne pH-Pufferbereiche, in Abb. 27 der Zusammenhang zwischen pH-Wert und Artenzahl dargestellt.



**Abb. 26.** Durchschnittliche  $\alpha$ -Diversität homogener Pflanzenbestände und pH-Pufferbereiche im Boden an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005



**Abb. 27.** Zusammenhang zwischen pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) im Boden und der Artenzahl homogener Pflanzenbestände an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

Die Pflanzenbestände auf Böden im Silikat- und Austauscher-Pufferbereich weisen im Durchschnitt die höchsten Artenzahlen auf, während auf carbonat-gepufferten sowie Al- und Fe-gepufferten Böden artenärmere Pflanzenbestände wachsen: die Beziehung zwischen Artenreichtum und pH-Wert entspricht, im Einklang mit TILMAN (1982) und BOHNER (1998), einer Normalverteilung. Das Bestimmtheitsmaß ist allerdings sehr niedrig, da die floristische Diversität eines Pflanzenbestandes nicht allein vom pH-Wert, sondern von einer Reihe anderer standortspezifischen Faktoren abhängig ist.

Die Pflanzenbestände auf Böden im Carbonat-Pufferbereich sind mit einer durchschnittlichen  $\alpha$ -Diversität von 51 Gefäßpflanzenarten (Variationsbreite 41-68) relativ artenreich. Es handelt sich vorwiegend um das artenreiche *Seslerio-Semperviretum*.

Die Pflanzenbestände auf Böden im Silikat-Pufferbereich sowie im Austauscher-Pufferbereich weisen eine durchschnittliche  $\alpha$ -Diversität von 60 Arten (Variationsbreite 41-84) auf. Zu den artenreichsten Aufnahmeflächen gehört insbesondere ein pflanzensoziologisch schwer definierbarer Pflanzenbestand auf einem Komplex von krumenpseudovergleytem Kalkbraunlehm und schwach krumenpseudovergleyter Kalklehm-Rendzina. Die gegenseitige Verzahnung zwischen silikatischem und karbonathaltigem Ausgangssubstrat sorgt für das gemeinsame

Vorkommen von ausgesprochenen Säure- und Basenzeigern auf engstem Raum. So koexistieren calcicole Pflanzenarten wie *Acinos alpinus* und *Carex ornithopoda* mit calcifugen Pflanzen wie *Veronica officinalis* und *Nardus stricta*.

Die  $\alpha$ -Diversität der Pflanzenbestände auf Böden im Al- und Fe-Pufferbereich ist auffällig gering. Sie beträgt im Durchschnitt 40 Gefäßpflanzenarten, mit einer Variationsbreite zwischen 32 und 58 Arten. Der enorme Nährstoff- und Säurestress im Boden kann nur von einigen wenigen Spezialisten toleriert werden: hier sind das Borstgras (*Nardus stricta*) und seine Begleiter besonders konkurrenzstark. Das Borstgras zeigt auf diesen Flächen eine ausgeprägte Dominanz und erreicht durch das massive Auftreten eine hohe Deckung. Leguminosen mit N<sub>2</sub>-Fixierung reagieren auf die erschwerte Ca- und Mg-Aufnahme besonders empfindlich, wodurch Bürstlingsrasen je nach Stoffkomposition im Boden Leguminosen-arm oder -frei sind (BOHNER 1998a). Bei geringer werdendem relativen Alkali- und Sesquioxid-Überschuss bzw. steigender Ca-Sättigung verliert *Nardus* an Konkurrenzkraft und die floristische Diversität steigt.

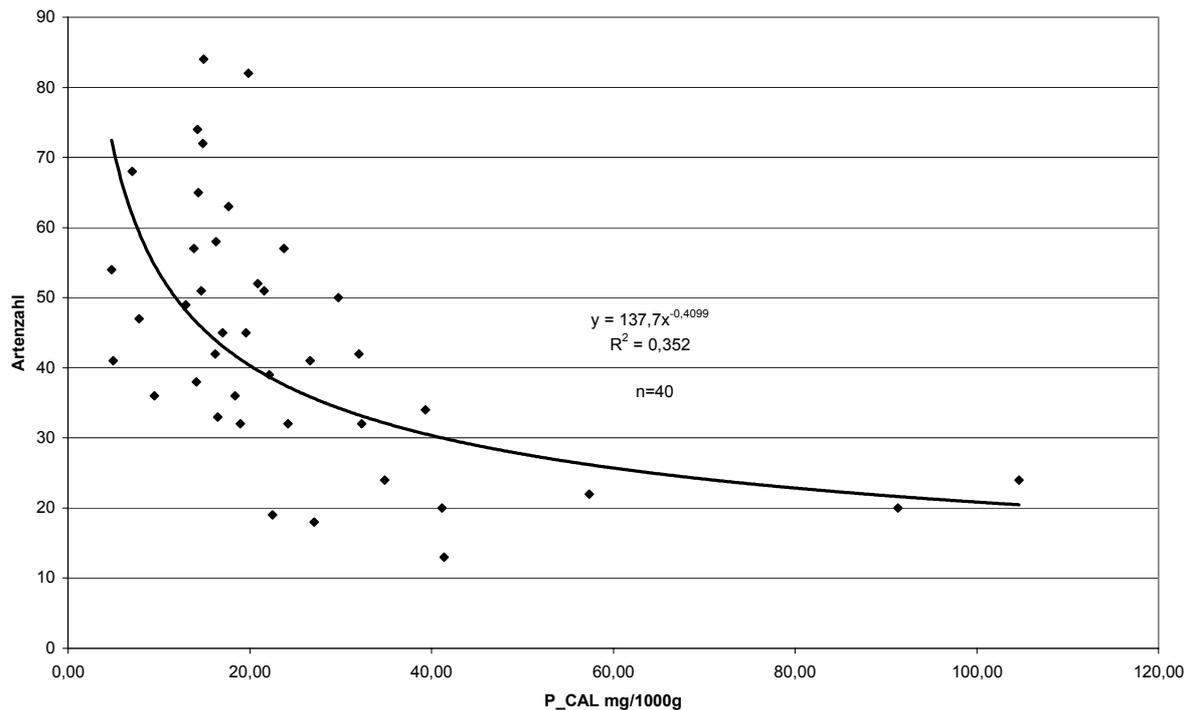
Welche Konsequenzen können aus diesen Ergebnissen für die Bewirtschaftung gezogen werden? In Bezug auf den Ertrag bewirkt die unausgewogene Stoffzusammensetzung von Böden im Carbonat- sowie im Al- und Fe-Pufferbereich das Fehlen wertvoller Futterpflanzen und somit eine geringere Biomasseproduktion. Auf sauren, solodierten sowie auf alkalischen Almböden ist daher ein geringerer Ertrag zu erwarten. ZILLOTTO et al (2004) geben für das *Nardetum* der subalpinen Stufe einen möglichen Viehbesatz von 0,2 bis 0,9 GVE/ha bei einer Weidedauer von 60-80 Tagen zwischen Juni und Ende August, AIGNER et al. (2003) einen Nettoertrag von 5 bis 20 dt/ha TM an. Diese Flächen sollten im allgemeinen möglichst früh bestoßen werden, da *Nardus stricta* nach dem Ährenschieben nicht mehr gefressen wird. Für Blaugras-Horstseggenrasen der subalpinen Stufe ist der mögliche Tierbesatz von 0,2 bis 1 GVE/ha bei einer Weidedauer von 60 Tagen zwischen Juli und August, der Nettoertrag von 2,5 bis 15 dt/ha TM. Auf Böden im Silikat- und Austausch-Pufferbereich können wertvolle Futterpflanzen ihren Nährstoffbedarf auf Grund der harmonischen Stoffzusammensetzung in der Boden-Sättigungslösung leichter decken. In solchen Systemen ist in erster Linie Stickstoff der für das Pflanzenwachstum und somit für den Ertrag limitierende Faktor (BOHNER 2002). Ertragreiche Weiden der subalpinen Stufe (z. B. *Poion alpinae*) ermöglichen bei entsprechender Düngung einen Viehbesatz von 1,5-2,5 GVE/ha bei einer Weidedauer von 90 Tagen zwischen Juni und September und einen Nettoertrag von 20 bis 50 dt/ha TM.

Bürstlingsrasen können durch Aufdüngung u./o. durch Kalkungsmaßnahmen in ertragreichere, futterbaulich wertvollere, kleereichere Pflanzengesellschaften umgewandelt werden. Durch Kalk werden in Umkehrung der Versauerung  $H^+$ -Ionen der Bodenlösung, des Al und dissoziierbarer Wasserstoff an schwach sauren, organischen und anorganischen Gruppen neutralisiert (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Die bei der Versauerung abgelaufenen, bereits beschriebenen reversiblen Reaktionen werden hierdurch rückgängig gemacht und der Stoffzustand im Boden verbessert sich. Eine Düngung verbessert zudem die Nährstoffversorgung der Pflanzen. Obwohl *Nardus* auf bessere Nährstoffverhältnisse an und für sich positiv reagiert (ELLENBERG, 1996), bewirken diese das Aufkommen von raschwüchsigeren und konkurrenzstärkeren Arten; vor allem Leguminosen (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens*), *Poa alpina*, *Phleum rhaeticum* und *Leontodon hispidus* kommen auf. Rascher gelingt die Melioration, wenn man die Weide nur mäht: Futtergräser und Kräuter, die das Borstgras durch Beschattung zurückdrängen, werden dadurch begünstigt. In Folge der Beweidung können nämlich die neu aufkommenden, wertvollen Arten durch Viehverbiss geschwächt und das Borstgras dank dem selektiven Fressverhalten gefördert werden. Mit einer unregelmäßigen, schwachen Düngung u./o. Kalkung auf stark versauerten, nährstoffarmen Almböden kann nicht nur der futterbauliche Wert der Pflanzenbestände gesteigert, sondern auch die floristische Diversität erhöht werden, da durch Stoffzufuhr Mager- und Fettwiesenpflanzen sowie calcifuge und calcicole Pflanzen koexistieren können. Die Dominanz einiger weniger rasch- und massenwüchsiger Fettwiesenpflanzen kann durch eine knapp bemessene Düngung verhindert werden. Bei regelmäßiger, etwas reichlicher Düngung kommt es nämlich zur Verdrängung vieler langsam- und niederwüchsiger, lichtbedürftiger Pflanzenarten und somit zu einer Verringerung der Pflanzenartenvielfalt (BOHNER 1998a). Eine standortgerechte und standortangepasste Düngung auf Almflächen soll möglichst biodiverse Systeme garantieren. Zudem gewährleistet das Vorhandensein unterschiedlich intensiv gedüngter Flächen auf engstem Raum, von der hüttennahen Ampferflur über die arrondierten Fettweiden bis hin zu den hüttenferneren Magerrasen, eine hohe Biotopvielfalt und somit eine hohe Biodiversität.

Zwischen dem Gehalt an lactatlöslichem Phosphor im Oberboden und der Artenzahl der untersuchten Pflanzenbestände besteht eine negative Beziehung (Abb. 28): mit steigendem P-Gehalt im Boden sinkt die floristische Diversität im Pflanzenbestand. Der naturbedingte lactatlösliche P-Gehalt ist im allgemeinen sehr niedrig; er beträgt in ungedüngten Almböden 5-20 mg/1000 g. Eine P-Anreicherung im Oberboden kann auf natürlicher Weise erfolgen: durch

Akkumulation von Vegetationsrückständen oder durch laterale Umverteilung in Hanglagen können höhere P-Gehalte im Oberboden festgestellt werden. Unter den untersuchten Almböden weisen aufgelassene Almflächen und nasse Standorte in Hangverebnungen etwas höhere P-Werte auf. Phosphor kann sich primär durch Düngung anreichern, und zwar leichter als K und N, weil die P-Austräge mit dem Sickerwasser und die P-Entzüge mit der Nutzung deutlich geringer sind (BOHNER 2005a). Zudem sind der P-Eintrag durch nasse Deposition (KÖRNER 2003) und die P-Nachlieferung durch Gesteinsverwitterung wenig relevant (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Der P-Gehalt kann also als Bodenindikator für die Düngungsintensität bzw. die Nährstoffausscheidung durch die weidenden Tiere herangezogen werden. Die höchsten P-Gehalte (bis zu 104,65 mg/1000 g) werden nämlich unter Alpen-Ampferflur-Vegetation erreicht und resultieren aus einer jahrzehnt- oder jahrhundertlangen Kotanreicherung durch das Vieh in Almhüttennähe oder in Hangverebnungen, wo sich das Vieh bevorzugt aufhält. Diese eutrophen Ökosysteme sind durch eine besonders niedrige floristische Diversität (im Durchschnitt 19 Gefäßpflanzenarten) gekennzeichnet, da einige wenige massen- und raschwüchsige Pflanzen wie der Almampfer (*Rumex alpinus*) sich massiv ausbreiten und dominant werden (auf die Bodenkennwerte von Ampferfluren wird in einem weiteren Absatz eingegangen). Im Gegensatz zu diesen „extremen“ Standorten weisen moderate Systeme mit einem niedrigen lactatlöslichen P-Gehalt eine hohe floristische Vielfalt auf. BOHNER (2005a) gibt als Grenzwert zwischen hoher und mittlerer floristischer Diversität im Wirtschaftsgrünland einen lactatlöslichen P-Gehalt von 25 mg pro 1000 g Feinboden an. Für die untersuchten Gebirgsböden kann ein Grenzwert von 20 mg/1000 g angenommen werden.

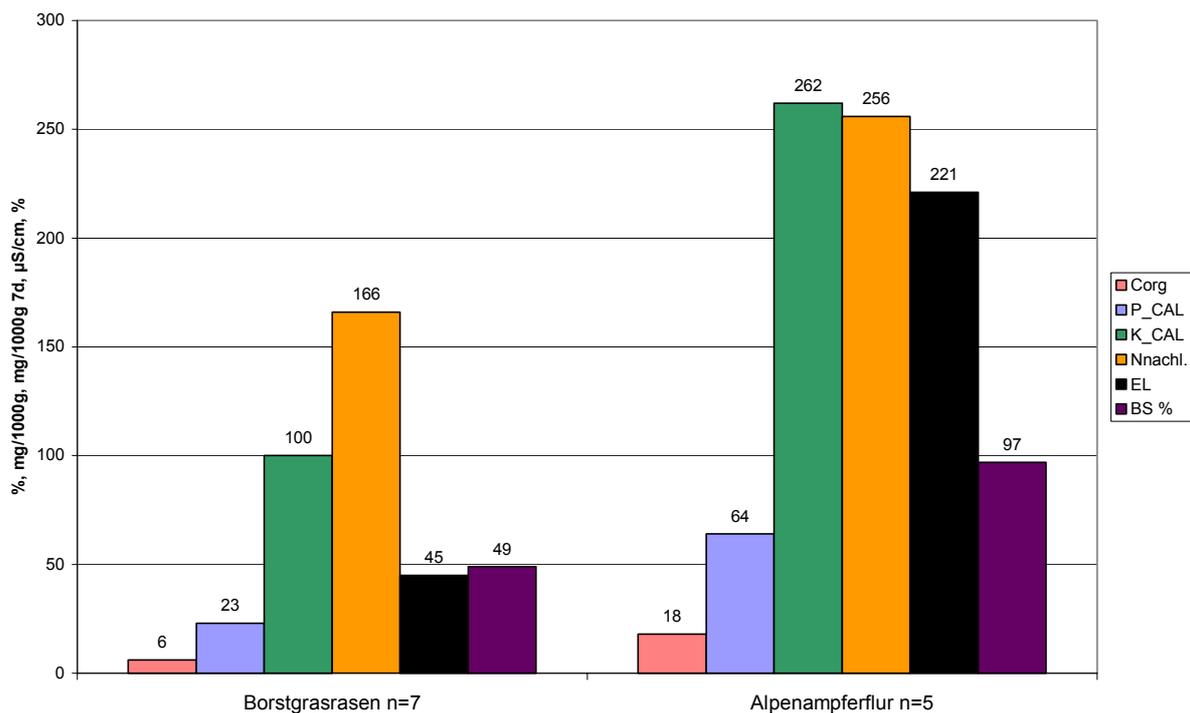
Das relativ niedrige Bestimmtheitsmaß zwischen dem lactatlöslichen P-Gehalt im Oberboden und der Artenzahl homogener Pflanzenbestände weist darauf hin, dass ein niedriger P-Gehalt im Boden noch kein Garant für eine hohe  $\alpha$ -Diversität auf Almflächen ist. Nur die Kombination aus nährstoffarmem Boden, minimalem Standortstress, mäßiger periodischer Störung (standortangepasste regelmäßige Mahd oder Beweidung) und hohem regionalem Artenpool gewährleisten ein Höchstmaß an  $\alpha$ -Diversität (BOHNER 2005a).



**Abb. 28.** Zusammenhang zwischen dem lactatlöslichen P-Gehalt im Boden und der Artenzahl homogener Pflanzenbestände an 40 Almstandorten im NP Gesäuse 2005

In Abb. 29 werden die Bodenkennwerte stark eutrophierter Böden unter Alpenampferflur-Vegetation mit jenen oligotropher Böden unter Borstgras-Vegetation verglichen. Die stark versauerten und somit basenarmen Oberböden des Borstgrasrasens weisen einen vergleichsweise niedrigen Humus- und P\_CAL-Gehalt, ein vergleichsweise geringes potentiell Stickstoff-Nachlieferungsvermögen, eine geringe elektrische Leitfähigkeit sowie eine geringe Basensättigung auf. Mit Ausnahme vom Kalium zeichnen sich diese Böden durch ein allgemein niedriges Nährstoffangebot aus und gelten daher als oligotroph. Die Alpenampferflur zeigt hingegen nährstoff- und basenreiche Almstandorte an. Die Böden weisen einen deutlich höheren Humus- und P\_CAL-Gehalt auf und das potentielle Stickstoff-Nachlieferungsvermögen ist relativ hoch. Die Basensättigung erreicht beinahe 100 % und der Boden zeichnet sich auf Grund der Nährstoffakkumulation durch eine relativ hohe elektrische Leitfähigkeit aus. Besonders auffällig ist der sehr hohe Gehalt an lactatlöslichem Kalium (durchschnittlich 262 mg/1000 g). Dieser Wert liegt deutlich oberhalb des vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (2000) angeführten optimalen lactatlöslichen K-Gehalts für Grünlandböden (88-170 mg/ 1000 g Feinboden). Das massenhafte Auftreten von *Rumex alpinus* ist also mit einem K-Überschuss im

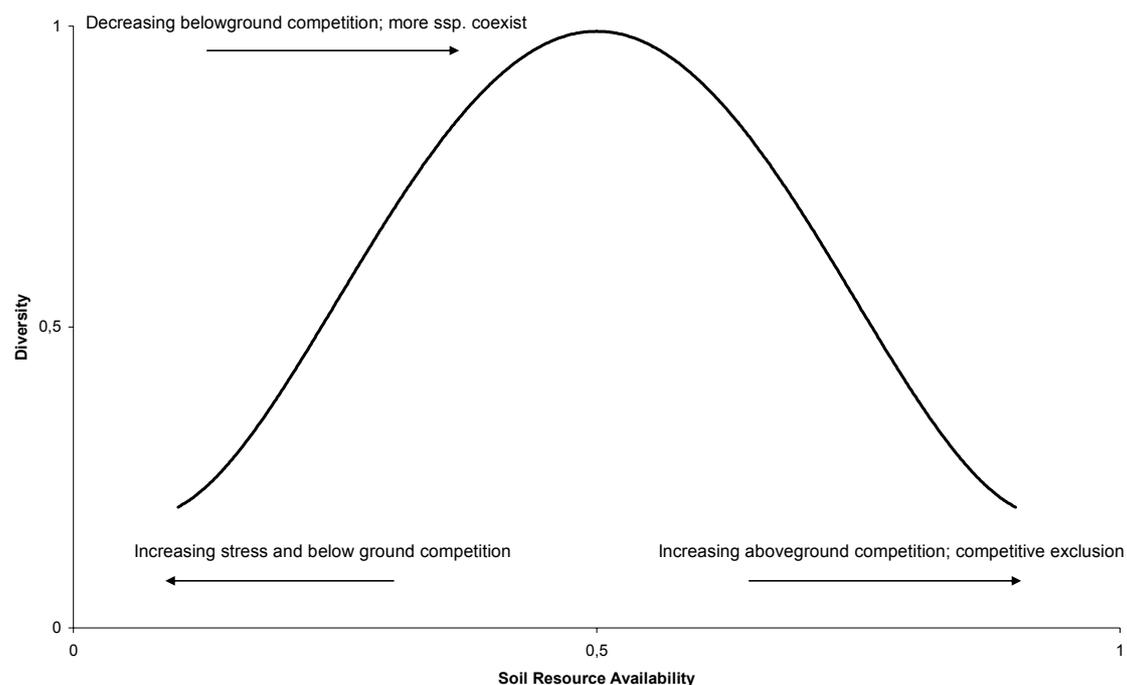
Boden verbunden. Laut BOHNER (2003) kann neben dem relativen und absoluten K-Überschuss auch ein gleichzeitiges Überangebot an Nitrat-Stickstoff vom nitrophilen Alpen-Ampfer am besten für die Stoffproduktion verwertet werden. Auf diesen stark eutrophierten Böden bildet der Alpen-Ampfer eine stabile Dauergesellschaft, da der biologische Stoffkreislauf die einmal gesammelten Nährstoffe erhält und immer wieder nutzbar macht.



**Abb. 29.** Lactatlöslicher P- und K-Gehalt, nachlieferbarer N, elektrische Leitfähigkeit und Basensättigung im Boden von Alpenampferfluren (n=5) und Borstgrasrasen (n=7) an Almstandorten im Nationalpark Gesäuse 2005

Beide Ökosysteme können hinsichtlich Stoffzusammensetzung im Boden als „extreme“ Standorte bezeichnet werden. Die Einseitigkeit der Nährstoffbedingungen bewirkt eine geringere Diversität der Phytozonose, da der starke Standortstress einen größeren Selektionsdruck mit sich bringt. In den Borstgrasrasen ist eine durchschnittliche  $\alpha$ -Diversität von 45 Gefäßpflanzenarten festzustellen, während sie in den Alpen-Ampferfluren 19 Gefäßpflanzenarten beträgt. In oligotrophen Systemen stellt die knappe Nährstoffverfügbarkeit und somit die Nährstoffkonkurrenz den entscheidenden Faktor für die floristische Vielfalt dar: stresstolerante Pflanzenarten, die an die Ressourcenknappheit und an die unausgewogene Stoffzusammensetzung im Boden angepasst sind, setzen sich durch. In eutrophen Systemen wird hingegen das Licht zum überragenden Konkurrenzfaktor: einige wenige höherwüchsige, sich

vegetativ vermehrende „Platzräuber“ verdrängen durch die rasche Beschattung des Bodens kleinwüchsige, lichtbedürftige Pflanzen. Das Resultat ist in beiden Systemen eine geringe Diversität. Bei moderater Nährstoffverfügbarkeit im Boden sind hingegen artenreichere Pflanzenbestände (durchschnittlich 56 Gefäßpflanzenarten) zu beobachten, da die bodenchemische Stress-Intensität am Standort geringer ist. Dies steht mit den Aussagen von KÖRNER & SPEHN (2002) im Einklang: „In the absence of disturbance, we hypothesise that diversity in the alpine zone follows a unimodal distribution, related to stress tolerance and competition for belowground resources at low soil resource supply, competition for light at high soil resource supply, with maximum diversity at intermediate soil resource supply“ (Abb. 30). Auch BOHNER (1998a) konnte zwischen der Nährstoffverfügbarkeit im Boden und der floristischen Artendiversität von Almflächen eine unimodale Beziehung feststellen.



**Abb. 30.** Hypothetischer Zusammenhang zwischen der Nährstoffverfügbarkeit im Boden und der Diversität der Phytozönose in alpinen Ökosystemen (nach KÖRNER & SPEHN 2002, unwesentlich verändert)

Aus diesen Ergebnissen können wichtige Erkenntnisse für die Almbewirtschaftung gewonnen werden. Alpen-Ampferfluren auf Almflächen resultieren aus einer massiven Nährstoffumverteilung durch Weidetiere. Die im Boden durch Kot und Harn akkumulierten Nährstoffe stammen zum Großteil von entlegeneren, hüttenferneren Futterflächen, denen durch die Futterraufnahme ständig Nährstoffe entzogen werden (SPATZ 1994). Die Entstehung von

eutrophen und oligotrophen Phytozonosen durch diese Nährstoffumverteilung erhöht die Biotop- und somit die Arten- und Gesellschaftsvielfalt auf Almen, ist jedoch aus futterbaulicher Sicht nicht erwünscht, da der Alpen-Ampfer und seine nitrophilen Begleiter vom Vieh verschmäht werden. Außerdem gehen die besser erreichbaren und ertragsfähigeren Lagen durch Verunkrautung verloren. Während die Bekämpfung einzelner Alpen-Ampferpflanzen verhältnismäßig einfach ist, gestaltet sich die Umwandlung reiner Ampferfluren in ertragreiche Reinweiden als äußerst zeitaufwändig und mühsam (AIGNER et al. 2003), sodass prophylaktische Maßnahmen besondere relevant werden. Da die Verunkrautung durch Alpen-Ampferpflanzen aus Fehlern in der Düngewirtschaft resultiert, ist die kurzfristige Bekämpfung durch mechanische Maßnahmen (Mahd, Fräsen und Ausstechen) oder chemische Mittel erst dann sinnvoll, wenn gleichzeitig die primäre Ursache seiner Massenausbreitung, nämlich die Überdüngung des Bodens mit Nitrat-N und K, beseitigt wird. Im Almbereich sollten daher Alpen-Ampfer-fördernde Nitrat-N- und K-reiche Düngemittel (wie etwa Mineraldünger oder Jauche/Gülle) nicht zur Anwendung kommen; stattdessen ist eine mäßige und sorgfältige Düngung mit gut verrottetem Mist zu bevorzugen. Die Verbesserung des Weidemanagements (Koppelweide statt Standweide) durch erfahrene Almhirte, die Stallhaltung der Tiere während der Nacht, die ständige und flächendeckende Almweidepflege und die Nachsaat mit standortgemäßem Saatgut sind weitere wichtige Vorbeugemaßnahmen, um eine Verunkrautung wertvoller Almflächen mit Alpen-Ampfer zu verhindern.

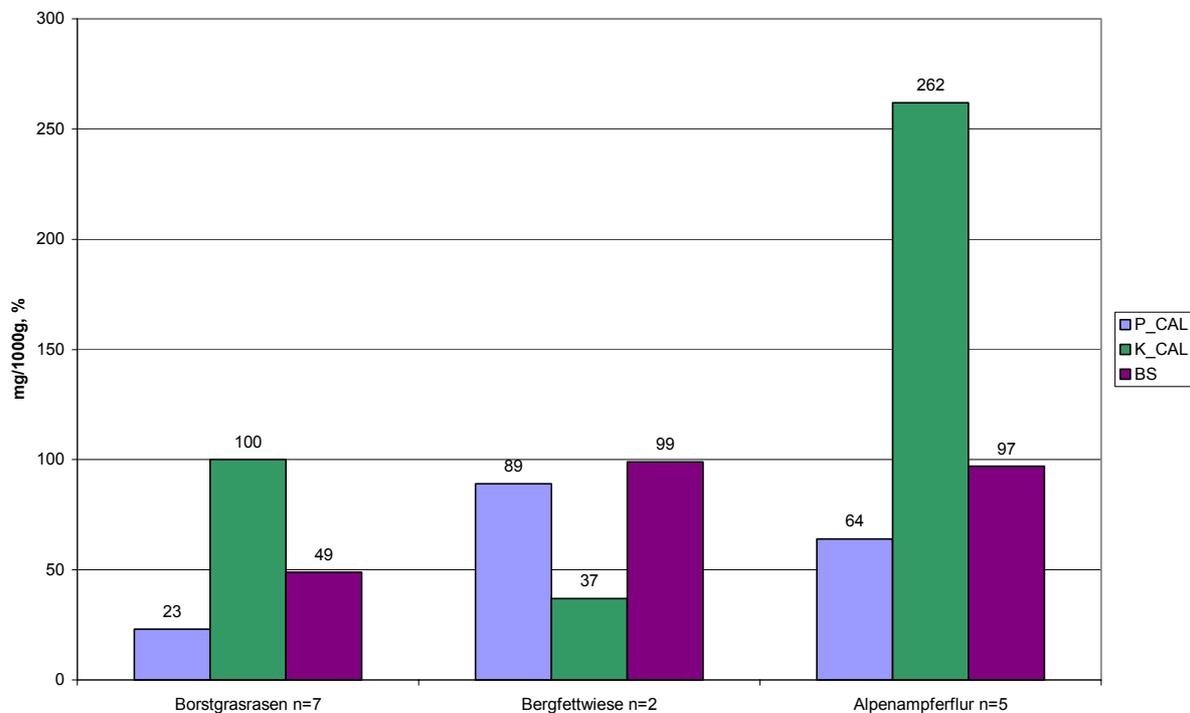
Wie aus Abb. 29 hervorgeht, ist der lactatlösliche K-Gehalt von Böden unter Borstgrasvegetation mit durchschnittlich 100 mg/1000 g ausreichend hoch (Gehaltstufe C laut Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2000). Auf diesen Flächen ist daher die Anwendung K-reicher Dünger wie Mineraldünger oder Gülle/Jauche umweltökologisch wenig sinnvoll. Da der P-Gehalt mit durchschnittlich 23 mg/1000 g deutlich unterhalb des optimalen Bereichs für Grünlandböden liegt (47-68 mg/1000 g) und die Basensättigung auf Grund der sauren Bodenreaktion einen durchschnittlichen Wert unter 50 % erreicht, sind gut verrotteter Mist und Kompost - dank ihres hohen P- und Basengehalts sowie ihres geringen K-Gehalts (SCHECHTNER 1991) - für die Verbesserung der Ertragslage dieser Flächen besonders geeignet. Eine ökologisch und almwirtschaftlich nachhaltige Melioration von Borstgrasrasen zu klee- und gräserreichen Pflanzenbeständen sollte daher aus boden- und vegetationskundlicher Sicht durch gut verrotteten Mist oder Kompost in standortangepasster Menge erfolgen. Aus landtechnischer Sicht sind die Ausbringungsmöglichkeiten für feste Wirtschaftsdünger vor allem

auf extremen Hangflächen und steinigem Almweiden sehr begrenzt und arbeitsaufwändig. Die Gülle- bzw. Jauchedüngung haben durch die besseren technischen Verteilungsmöglichkeiten diesbezüglich Vorteile, da schwer befahrbare, schlecht zugängliche Weideflächen breitflächig mit Nährstoffen versorgt werden können. Die Nährstoffrücklieferung soll aber im Sinne einer nachhaltigen Almwirtschaft auf jeder Fläche aliquot sein.

Die Folgen einer Mistüberdüngung auf die Stoffzusammensetzung im Boden sind in Abb. 31 am Beispiel einer almhüttennahen, einschürigen Wiese (Haselkaralm) im Gradienten zwischen ungedüngten Borstgrasrasen und eutrophierten Alpen-Ampferfluren zu sehen. Solche Mähflächen wurden in der Vergangenheit zur Bereitstellung von Grundfutterreserven für Schlechtwettertage genutzt und gehören heute zu den gefährdeten Elementen der Almlandschaft. Auf Grund ihrer günstigen und leicht zugänglichen Lage, erhielt die untersuchte Fläche jahrzehntelang den im Stall anfallenden Mist. Die beträchtliche P- und Basenzufuhr bei mangelhaftem K-Input durch die einseitige, reichliche Düngung einerseits, der niedrige P-Entzug bei verhältnismäßig höherem K-Export durch die Ernte andererseits, verdeutlichen sich in einem sehr hohen lactatlöslichen P-Gehalt (höher als jener der untersuchten Alpen-Ampferfluren) und in einem sehr geringen Gehalt an lactatlöslichem Kalium. Die Einseitigkeit der Stoffzusammensetzung im Boden führt zur Dominanz konkurrenzstarker Arten und somit zur Degenerierung des Pflanzenbestandes: *Alchemilla*-Arten, *Rumex alpestris* und *Senecio subalpinus* sind bestandesbildend und unterdrücken durch ihr üppiges Wachstum und die breiten Blätter niederwüchsige, lichtbedürftige, futterbaulich wertvollere Pflanzenarten; sie zeigen zudem N-reiche Standorte an. Die Grasnarbe ist in der Folge lückig, wodurch *Taraxacum officinale* agg. und *Poa trivialis* sich gut ausbreiten können. Die relativ geringe  $\alpha$ -Diversität dieser Fläche (38 Gefäßpflanzenarten) weist auf eine starke Stress-Intensität am Standort hin.

Die Regenerierung eines solchen Pflanzenbestandes ist aus futterbaulicher Sicht wünschenswert: größere Mengen an Frauenmantel, Berg-Sauerampfer und Berg-Kreuzkraut in Mähwiesen mindern nämlich die Futteraufnahme und die Verdaulichkeit (DIETL & JORQUERA 2003). Die Schaffung einer geschlossenen und dichten Grasnarbe ist Grundvoraussetzung für die Regulierung der Bei- und Unkräuter (GALLER 1989) und die Verbesserung der Phytozonose hinsichtlich Ertrag und Qualität. Eine sorgfältigere Düngung bei standortangepasster Nutzungshäufigkeit (Zweischmittnutzung) sowie eine wiederholende Übersaat mit standortgerechtem Saatgut fördern rasenbildende Untergräser (v. a. *Poa pratensis*), die

unerwünschte Kräuter in Schach halten können. Die floristische Diversität kann zudem dank den besseren Lichtverhältnissen im Pflanzenbestand gesteigert werden.



**Abb. 31.** Lactatlöslicher P- und K-Gehalt und Basensättigung im Boden von Alpenampferfluren (n=5) und ungedüngten Borstgrasrasen (n=7) im Vergleich zu einer gedüngten Bergfettwiese (n=2) an Almstandorten im NP Gesäuse 2005

Andere bodenchemische Parameter wie das C/N-Verhältnis, der Humusgehalt, der Gesamtstickstoffgehalt, der nachlieferbare Stickstoff, die Ca-, Al- sowie Basensättigung, der lactatlösliche K-Gehalt und die elektrische Leitfähigkeit zeigen keine signifikante Regression mit der  $\alpha$ -Diversität der untersuchten Pflanzenbestände. Dasselbe gilt für physiogeographische Standortfaktoren wie Seehöhe, Hangneigung und Exposition.

### 3.3.2 Bedeutung der Bewirtschaftung für die Florenverteilung und die floristische Diversität

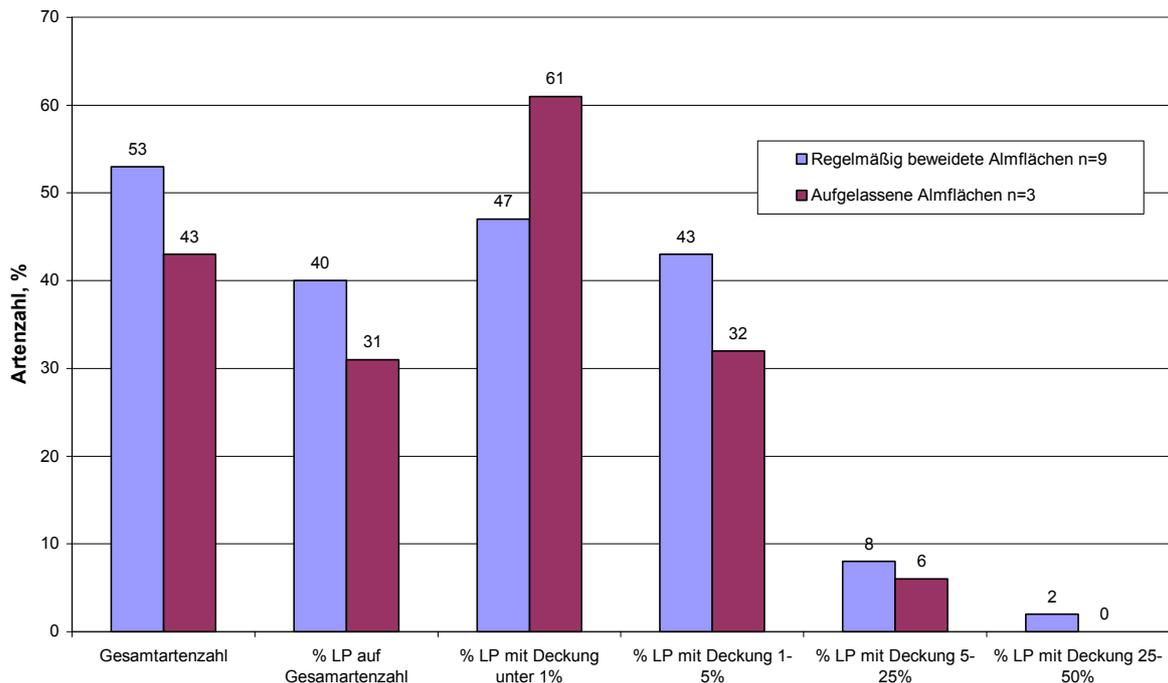
Die quantitativen und qualitativen Eigenschaften der Phytozonose eines Grünlandökosystems resultieren aus einem Wirkungsgefüge zwischen dem Belebten und dem Unbelebten. Wie bereits gesehen, ist der Komplex der abiotischen Einflüsse (Klima, Boden, usw.), die als Standort zusammengefasst werden, sehr vielfältig, zumal die Faktoren untereinander in Wechselwirkung

stehen. Dieses Gefüge wird nicht nur durch pflanzliche Interaktionen, sondern auch durch den Eingriff von Tier und Mensch überlagert. Art und Intensität der zoo-anthropogenen Beeinflussung (Nutzung, Düngung, Erneuerung, Pflege, Tierbesatz) und Störungsregime bestimmen durch die Veränderung des gesamten Ökosystemhaushaltes die floristische Zusammensetzung des Grünlandbestandes weitgehend. Die Störung umfasst alle Faktoren, die zu einer teilweisen oder vollständigen Zerstörung der Biomasse führen (CRAWFORD 1996).

Beweidung mit Haustieren ist die älteste Form landwirtschaftlicher Nutzung (DIERCHKE & BRIEMLE 2002) und ist die Voraussetzung für das Entstehen und Fortbestehen von Almen in der „Waldzone“. Im Gegensatz zur Mahd, die alle Pflanzen erfasst, geschieht die Beweidung selektiv, denn das Vieh sucht sich die bestschmeckenden Pflanzen heraus, insbesondere, wenn das Futterangebot hoch u./o. der Viehbesatz niedrig sind. Während wertvolle Futterpflanzen wiederholt gefressen werden und somit einer stärkeren Störung ausgesetzt sind, bleiben weniger attraktive Pflanzen, auch Futterpflanzen, stehen und werden dadurch in ihrer Vermehrung begünstigt. Neben dem selektiven Fressverhalten hat auch die Intensität der Beweidung (Viehbesatz und Weidemanagement) einen großen Einfluss auf die floristische Zusammensetzung und Vielfalt der Weidebestände. Eine intensive Beweidung führt auch im Almbereich zu einer Verringerung der Pflanzenartenvielfalt, weil weideempfindliche Arten (Obergräser, erektophile Kräuter, Zwergsträucher) verschwinden und sich einige wenige weidefeste Pflanzen (Untergräser, Rosetten- und Ausläuferpflanzen) wegen des Ausfalls weideempfindlicher Konkurrenten stärker durchsetzen (BOHNER 1998a). Extensiv bestoßene, ungedüngte Almweiden sind im allgemeinen auf Grund der mäßigen Störungsintensität und der Koexistenz weideempfindlicher und weidefester Pflanzenarten artenreicher (GIGON 1981).

Die Erfassung des Einflusses der Nutzungsintensität auf die floristische Zusammensetzung und Diversität der untersuchten Almflächen gestaltet sich als äußerst schwierig, da Angaben zum Viehbesatz nicht ausreichen, um den tatsächlichen Weidedruck an den einzelnen Standorten zu definieren. Der Vergleich zwischen regelmäßig, extensiv beweideten und aufgelassenen Almflächen ermöglicht allerdings interessante Aussagen über die Auswirkungen der Beweidung und der Nutzungsaufgabe auf die strukturellen Eigenschaften der Phytozonose im Almbereich.

Die Phytozonosen neun regelmäßig beweideter Almflächen der Sulzkar- und Scheucheggalm wurden mit jenen drei aufgelassener Flächen der seit Mitte des 20. Jahrhunderts nicht mehr bestoßenen, großteils verwaldeten Ebersangeralm verglichen (Abb. 32).



**Abb. 32.** Zusammensetzung der Phytozonose regelmäßig beweideter (n=9) und aufgelassener (n=3) Almflächen in Hinsicht auf die durchschnittliche Gesamtartenzahl, das Vorkommen von Lichtpflanzen und deren Deckung im NP Gesäuse 2005

Bezüglich der Pflanzenartenvielfalt, weisen die untersuchten Standorte auf der Ebersangeralm eine relativ niedrige  $\alpha$ -Diversität (durchschnittlich 43 Gefäßpflanzenarten) auf; diese liegt auf den beweideten Flächen bei durchschnittlich 53 Gefäßpflanzenarten. Obwohl keine Dauerbeobachtungsflächen untersucht wurden, kann die Aussage getroffen werden, dass durch Nutzungsaufgabe ein Artenverlust im Pflanzenbestand entsteht (BOHNER 1998a). Sobald die regelmäßige Nutzung als stabilisierender Faktor aufhört, ändern sich im System die Konkurrenzbedingungen. Nicht Störungstoleranz sondern Hochwüchsigkeit wird zum Vorteil, noch verstärkt durch eine effektive vegetative Ausbreitung und Reservestoffspeicherung. Allgemein kommt es zu Umstrukturierungen im Lebensformspektrum (BRIEMLE & SCHREIBER 1994, DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Hochwüchsige Hemikryptophyten, besonders solche mit unterirdischen Ausläufern und Speicherorganen, nehmen zu; kleinwüchsige, lichtbedürftige Pflanzen können zwar teilweise für einige Zeit die verschlechterten Lichtbedingungen durch verlängerte Sprossachsen und senkrechte Blattausrichtung etwas ausgleichen, gehen aber zurück. Verringerte  $\alpha$ -Diversität und Dominanz konkurrenzstarker Pflanzenarten sind die Folge. Aus kleinräumig unterschiedlichen

Pflanzenbeständen entstehen große Herden bis weiträumige Pflanzenbestände mit Vorherrschen einiger weniger Gefäßpflanzenarten. Mit wachsendem Brachealter nehmen Dominanzbestände zu und können teilweise ein eher monotones, aber stabiles Dauerstadium bilden.

Diese Umstrukturierung im Pflanzenbestand ist aus Abb. 31 ersichtlich. Basierend auf den Zeigerwerten von ELLENBERG et al. (1992) wurde für die untersuchten Flächen der Prozentsatz der Lichtpflanzen an der Gesamtartenzahl bestimmt. Unter Lichtpflanzen versteht man nach ELLENBERG et al. (1992) jene Pflanzenarten, die bei weniger als 40 % relativer Beleuchtung nicht vorkommen, d. h. deren Lichtzahl über 8 liegt. Zudem wurde der Prozentsatz der Lichtpflanzen für die jeweiligen Deckungsklassen berechnet. Regelmäßig beweidete Almflächen weisen einen hohen Prozentsatz an Lichtpflanzen in der Phytozonose auf, da durch Beweidung



**Bild 10.** *Chaerophyllum hirsutum* bildet durch Auflassung einen Dominanzbestand; eigene Aufnahme

die oberirdische Phytomasse niedrig gehalten wird und somit lichtbedürftige, niedrigwüchsige Arten begünstigt werden. Zusätzlich profitieren von trittbedingten offenen Bodenstellen Lückenbüßer und Therophyten. Wenn aber die regelmäßige Almbewirtschaftung der Fläche aufhört, nehmen höherwüchsige, breitblättrige Pflanzen Überhand. Auf den aufgelassenen Flächen dominiert häufig *Chaerophyllum hirsutum* (Bild 10), das dank des flach liegenden, stark verzweigten und vielköpfigen

Rhizoms und der kräftigen Wurzeln besonders konkurrenzstark ist. Auch *Mercurialis perennis*, eine nutzungsempfindliche Pflanze der Edellaubwälder (ADLER et al. 1994), breitet sich massiv aus und weist auf veränderte Lichtbedingungen durch den heranwachsenden Wald hin. Daraus resultiert nicht nur ein geringeres Vorkommen von Lichtpflanzen, sondern auch eine Reduktion deren Deckung im Pflanzenbestand. Der Prozess der graduellen Verdrängung lichtbedürftiger Pflanzenarten ist daran zu erkennen, dass ein hoher Prozentsatz (über 60 %) von Lichtpflanzen eine Deckung unter 1% erreicht und somit aus der Fläche relativ schnell verdrängt wird. Lichtpflanzen mit hoher Deckung gehen gleichfalls schnell zurück.

Das Brachfallen bisher bewirtschafteter Almflächen und die daraus resultierende sekundäre Sukzession sind aus ökologischer Sicht nicht nur mit einer Artenverarmung in der Phytozonose, sondern auch mit einem Verlust an Habitaten für eine Vielzahl von Tieren und Insekten (related biodiversity) verbunden (KÖRNER & SPEHN 2002, NAGY et al. 2003, OPPERMANN &

GUJER 2003). Neben dem Verlust produktiver Futterflächen (ökonomischer Verlust) bewirkt die Stilllegung von Almweiden eine Monotonisierung der phänologischen Rythmik und der Landschaftskromatik und mit fortschreitender Verbuschung und Verwaldung die Ausbildung einer monostrukturellen Waldlandschaft (ästhetischer Verlust). Mit den Almflächen geht zudem eine langzeitige Kulturleistung verloren (soziokultureller Verlust). Die weitere Erhaltung dieses vielfältigen ökologischen, ökonomischen, ästhetischen und soziokulturellen Erbes ist die Kulturaufgabe des 21. Jahrhunderts.

## 4. Ausblick

Der Verlust an lebender Mannigfaltigkeit von Pflanzen- und Tierarten, Biozönosen und komplexen Ökosystemen im alpinen Raum hat in Folge eines tiefgreifenden Wandels der Kulturlandschaft in den letzten Jahrzehnten ein großes Ausmaß angenommen (NIKFELD 1999). Nicht nur die Ausrottung ganzer Arten, sondern auch die genetische Verarmung bei starker Reduktion der Individuenzahl oder bei der Vernichtung von Arealrandpopulationen und Ökotypen stellen einen irreversiblen Erosionsprozess dar. Extensivierung und Auflassung von Almflächen gehören zu den gravierenden Phänomenen dieser Entwicklung und haben im Arten- und Biotopschutz zunehmend Beachtung erlangt.

Für die Erhaltung von artenreichem Kulturgrasland und somit von Almweiden sprechen konkrete Tatsachen:

- Viele Bestände haben eine hohe bis sehr hohe floristische Diversität, mit Artenzahlen (Gefäßpflanzen) bis über 60 auf einer homogenen Fläche von 20 m<sup>2</sup>.
- Im Kulturgrasland wachsen eine Reihe von Arten, die sich erst im Laufe der Graslandentwicklung neu gebildet haben (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Dank den zahlreichen, meist noch kaum bekannten Ökotypen, sind einige Pflanzengesellschaften auch aus evolutionsbiologischer Sicht sehr wertvoll einzuschätzen (POSCHLOD & SCHUMACHER 1998). In Genbanken lässt sich die große genetische Vielfalt nicht erhalten.
- Im Kulturgrasland gibt es eine große Zahl von allgemein in Rückgang befindlicher bis stärker gefährdeter Arten (PAAR 2004).
- Das Kulturgrasland enthält ein reiches Potential an Nutzpflanzen, sowohl für die Landwirtschaft als auch als Zierpflanzen und im Landschaftsbau.
- Viele Arten sind wegen ihrer Inhaltsstoffe für medizinische und pharmazeutische Zwecke von unmittelbarem Interesse. Über ihre Wirkungen ist vieles noch unbekannt.
- Pflanzengesellschaften des Kulturgraslandes zeigen entlang bestimmte Standortgradienten und menschlicher Einflüsse eine große Vielfalt an Ausbildungen in oft charakteristischen Abfolgen und Mosaiken. Sie tragen somit maßgeblich zur Gesellschaftsdiversität von Landschaften bei.

- Die enge Beziehung von Artenkombinationen zu standörtlichen und anthropogenen Wirkungen macht Graslandgesellschaften zu idealen Zeigerökosystemen sowohl für den aktuellen Zustand als auch für dynamische Vorgänge (ELLENBERG 1996, BRIEMLE et al. 2002).
- Artenreiches Grünland hat wichtige ökologische Funktionen wie Bodenschutz, Gewässer- und Grundwasserschutz, Regulierung des Wasserabflusses, Grundwasserneubildung (OPPERMANN & GUJER 2003).
- Bestände des Kulturgaslandes bilden mit ihrer Vielfalt an Strukturen ein weites Feld von Tierbiotopen, von größeren Tieren bis zur Kleinlebewelt von Blüten und Blütenständen (NAGY et al. 2003).
- Viele Gesellschaften tragen mit ihrer Vielfalt an Formen und Farben in Raum und Zeit zur Eigenart, Harmonie und Schönheit einer Landschaft bei und fördern hierdurch die Lebensqualität für den Menschen.
- Obwohl das Kulturgasland anthropogenen Ursprungs ist, lassen sich seine Pflanzengesellschaften nicht beliebig neu herstellen. Auch ihre Regeneration aus artenarmen Resten ist oft unmöglich, da viele Arten eine kurzlebige Samenbank besitzen und nur sehr langsam wandern, häufig auch die Standorte irreversibel verändert (z. B. eutrophiert) sind (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Nur die Erarbeitung und Implementierung sinnvoller, nachhaltiger Strategien und Programme kann die Erhaltung dieses Kapitals gewährleisten. Nach NIKFELD (1999) soll als Leitprinzip des Naturschutzes der Grundsatz „Artenschutz durch Biotopschutz“ gelten. Die Verwirklichung dieses Leitprinzips muss auf verschiedenen Ebenen angestrebt werden.

Auf der Ebene der Forschung ist die Gewinnung und Bereitstellung einer wissenschaftlichen Grundlage als Information für wissenschaftliche und praxisbezogene Sachgebiete, als Entscheidungshilfe für den praktischen Naturschutz und als Ansatz für spezielle wissenschaftliche Forschungsschwerpunkte durch

- Erfassung der Biodiversität und des Vorkommens gefährdeter Arten (Arealkartierungen),
- Untersuchung des Populationsverhaltens und der Ökologie gefährdeter Arten und
- Erfassung konkreter Biotope mit besonders schützenswerter Biozönose (Biotopkartierungen)

von besonders relevanter Bedeutung.

Auf der Ebene der Vorbeugung gegenüber zerstörenden Einzeleingriffen soll ein möglichst dichtes Netz biologisch wertvoller Biotope mit geeigneten Mitteln sichergestellt werden. Insbesondere ist auch eine repräsentative Auswahl ertragsarmer Halbkulturformationen wie artenreiche Almflächen vor landwirtschaftlicher Intensivierung, Aufforstung oder anderen Eingriffen zu bewahren.

Auf der Ebene der Biotoppflege sollen Halbkulturformationen, die zu ihrem Fortbestand die Fortführung der bisherigen Bewirtschaftungsweise benötigen, durch Erstellung geeigneter Managementpläne unter Mitwirkung aufgeschlossener Landwirte und unter Abdeckung von Mehrkosten erhalten werden.

Die Almlandschaft als Produkt eines langzeitigen Wechselspiels von menschlichen Einwirkungen und natürlichen Gegebenheiten, also als Teil der Kulturlandschaft, kann aber weder durch die Schaffung isolierter Naturschutzinseln noch durch einen „musealen Kulturschutz“ langfristig überleben. Eine nachhaltige Erhaltung und Förderung artenreicher Almlandschaften muss über die Erhaltung einzelner Flächen hinausgehen. Nur die Weiterführung traditioneller landwirtschaftlicher Praktiken und die flächendeckende Bewirtschaftung gewährleisten diverse Kulturlandschaften: eine artenreiche Almlandschaft braucht also eine multifunktionale, nachhaltige Landwirtschaft. Das Überleben der Tier- und Pflanzenarten im Almbereich ist vom Überleben der klein strukturierten Berglandwirtschaft abhängig. Will man die Biodiversität des Systems „Alm“ retten, so muss man primär die Almwirtschaft retten. Aufgabe der Politik ist es, die Voraussetzungen zu schaffen, dass die Landwirte die Almlandschaft weiterhin pflegen können.

Eine nachhaltige Almbewirtschaftung setzt in primis einen Standortbezug voraus, d. h. eine Berücksichtigung der Standorteigenschaften bei Nutzung, Düngung und Pflege. Die Art der Bewirtschaftung und die Intensität der Nutzung sowie die Beurteilung des Nährstoffzustandes im Boden haben sich immer an der naturräumlichen Standortbonität zu orientieren. Durch eine aliquote Nährstoffrücklieferung bei geschlossenen Nährstoffkreisläufen, eine dem Futterpotential angepasste Höhe der Bestoßung, eine den Verhältnissen (Futter und Gelände) gerechte Herdenzusammensetzung, ein rationales Weidemanagement (kontrollierte Weide statt Standweide) und eine regelmäßige Weidepflege kann das System „Alm“ in seiner Vielfalt und Funktionstüchtigkeit langfristig erhalten werden.

Naturschutzgesetze fordern eine „ordnungsgemäße Landwirtschaft“ oder eine „naturschutzgerechte Landwirtschaft“ (KLEIN et al. 1997), die den Zielen des Naturschutzes

dient, den Erhalt bezeichnender Lebensgemeinschaften gewährleistet, entsprechende Nutzungssysteme verwendet und naturnahe Strukturelemente erzeugt bzw. dauerhaft erhält. Neben Ge- und Verboten spielen aber (finanzielle) Incentives eine grundlegende Rolle. Ohne finanzielle Subventionen ist heute eine naturschutzgerechte Landwirtschaft nicht mehr möglich. Der Landwirt will als Unternehmer immer mehr nur Güter und Dienstleistungen produzieren, die sich betriebswirtschaftlich rechnen. Wenn die von der Gesellschaft gewünschten landschaftspflegerischen Leistungen, wie etwa die Förderung der Artenvielfalt, nach marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet und behandelt werden können, dann ist es für den Bewirtschafter auch ökonomisch sinnvoll, artenreiche Grünlandflächen (darunter auch Almflächen) zu erhalten oder gar zu schaffen. Eine ergebnisorientierte, nicht nur maßnahmenorientierte Förderung der Artenvielfalt zielt in diese Richtung und ist aus mehreren Gründen vorteilhaft: wenn Bauern sich als freie Unternehmer verstehen, die das Gut „Artenvielfalt“ herstellen, erhöht dies Motivation und Ideenreichtum. Ökologische Leistungen treten so gleichgewichtig neben landwirtschaftliche Produkte und die Gesellschaft honoriert nur dort die landwirtschaftliche Praxis, wo tatsächlich Artenvielfalt gegeben ist oder entsteht. Wird Artenvielfalt zu einem Konkurrenzvorteil für die Almlandschaft, so wird deren Bewirtschaftung und Erhaltung auch aus ökonomischer Sicht wieder interessant.

## 5. Zusammenfassung

Die Almwirtschaft zählt zu den ältesten Wirtschaftssystemen in den europäischen Alpenländern und ist als ein integraler Bestandteil der Berglandwirtschaft von zentraler raumstruktureller, sozioökonomischer und ökologischer Bedeutung im Berggebiet. Aus landschaftlich-ökologischer Sicht bewirkt die flächendeckende Almbewirtschaftung das charakteristische, strukturreiche Mosaik der alpinen Kulturlandschaft und ermöglicht die Ausbildung einer enormen Vielfalt an Lebensräumen und Arten.

In der vorliegenden Laureatsarbeit wurde untersucht, welchen Einfluss der Komplex der abiotischen Standortfaktoren - insbesondere des bodenchemischen Zustandes - und die Nutzung durch Weidetiere auf die floristische Diversität von homogenen Pflanzenbeständen im Almbereich ausüben. Die 57 untersuchten Almflächen befinden sich im Nationalpark Gesäuse (Steiermark, Österreich) und decken ein sehr breites ökologisches und somit floristisches Spektrum. Die vegetationskundlichen Aufnahmen wurden im Jahre 2005 nach der BRAUN-BLANQUET-Methode (1964) durchgeführt, die bodenchemischen Analysemethoden richteten sich nach der jeweiligen ÖNORM. Die Laureatsarbeit stützt sich auf ein Teilprojekt des ALTER-Net Research Network und resultiert aus der Zusammenarbeit zwischen der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft (kurz HBLFA) Raumberg-Gumpenstein und dem Nationalpark Gesäuse.

### **Stoffzustand der untersuchten Böden**

Die untersuchten Gebirgsböden können in Bezug auf ihren Stoffzustand nach den folgenden Gruppen unterschieden werden:

- Stark versauerte Gebirgsböden im Al- und Fe-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2 < 4,2$ ) sind durch eine relativ niedrige Basensättigung, effektive Kationenaustauschkapazität und elektrische Leitfähigkeit charakterisiert. Auf Grund der disharmonischen Stoffzusammensetzung im Boden (relativer Mg- und Ca-Mangel, relativer Al-, K- und Na-Überschuss) sind Pflanzen einem ausgeprägten Nährstoff- und Säurestress ausgesetzt. Daraus resultiert eine starke Hemmung des Pflanzenwachstums. Nur calcifuge Pflanzenarten tolerieren das unausgewogene Stoffangebot im Boden.

- Basische Gebirgsböden im Carbonat-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2 > 6,2$ ) sind durch eine relativ hohe Basensättigung, effektive Kationenaustauschkapazität und elektrische Leitfähigkeit charakterisiert. Der Oberboden weist einen absoluten und relativen Ca-Überschuss sowie einen komplementären relativen Alkali-Mangel auf. Das Pflanzenwachstum wird auf Grund der starken individuellen Stoffdiskriminierung (ausgeprägter Ca-induzierter selektiver Nährstoffmangel) gleichfalls gehemmt. Nur calcicole Pflanzenarten tolerieren das unausgewogene Stoffangebot im Boden.

- Gebirgsböden im Silikat-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2$  zwischen 6,2 und 5,0) sowie im Austauscher-Pufferbereich ( $\text{pH CaCl}_2$  zwischen 5,0 und 4,2) sind in der Regel durch eine harmonische Stoffzusammensetzung in der Boden-Sättigungslösung charakterisiert. Es gibt keinen (oder einen geringeren) Nährstoff- und Säurestress für die Pflanzen, weshalb calcicole und calcifuge Pflanzen koexistieren können.

### **Bedeutung des Stoffzustandes im Boden für die Florenverteilung und die floristische Diversität**

Die Beziehung zwischen Artenreichtum der Phytozonose (Gefäßpflanzen) und pH-Wert im Boden entspricht einer Normalverteilung. Calcifuge Pflanzen sind auf Al- und Fe-gepufferten Böden besonders stark vertreten, während calcicole Pflanzen auf Böden im Carbonat-Pufferbereich ihren Schwerpunkt haben. Diese extremen Lebensstätten, die durch einen hohen Nährstoffstress im Boden und somit durch einseitige Lebensbedingungen gekennzeichnet sind, weisen im Durchschnitt eine relativ niedrige  $\alpha$ -Diversität auf (respektive 40 und 51 Arten). Hier können sich wenige spezialisierte Arten ausbreiten und dominant werden. Böden im Silikat-Pufferbereich und im Austauscher-Pufferbereich hingegen stellen einen intermediären Lebensraum dar, in dem calcifuge und calcicole Pflanzen koexistieren können. Dadurch steigt die Zahl der Arten pro homogener Aufnahme­fläche beträchtlich: „Mittlere“ Standorte mit minimalem Standortstress weisen die höchste  $\alpha$ -Diversität auf (im Durchschnitt 60 Gefäßpflanzenarten, mit Höchstwerten von 80-85 Gefäßpflanzenarten).

Zwischen dem Nährstoffangebot im Boden (gemessen am lactatlöslichen Phosphor-Gehalt) und der floristischen Biodiversität der untersuchten Almflächen besteht eine unimodale Beziehung. In oligotrophen Systemen stellt die knappe Nährstoffverfügbarkeit und somit die Nährstoffkonkurrenz den diversitätslimitierenden Faktor dar. In eutrophen Systemen wird hingegen das Licht zum überragenden Konkurrenz­faktor. Der hohe Standortstress bewirkt in

beiden Systemtypen eine geringe Diversität (durchschnittlich 45 respektive 19 Gefäßpflanzenarten). Bei moderater Nährstoffverfügbarkeit im Boden sind hingegen artenreichere Pflanzenbestände (durchschnittlich 56 Arten) zu beobachten. Der Grenzwert zwischen hoher und mittlerer floristischer Diversität ist ein lactatlöslicher P-Gehalt von ca. 20 mg pro 1000 g Feinboden.

### **Bedeutung der Bewirtschaftung für die Florenverteilung und die floristische Diversität**

Regelmäßig beweidete Almflächen weisen eine hohe Pflanzenartenvielfalt (durchschnittlich 53 Gefäßpflanzenarten) und einen hohen Prozentsatz an Lichtpflanzen in der Phytozonose auf, da durch Beweidung die oberirdische Phytomasse niedrig gehalten wird und somit lichtbedürftige, niedrigwüchsige Arten begünstigt werden. Durch Nutzungsaufgabe entsteht ein Artenverlust - die untersuchten Brachflächen sind mit durchschnittlich 43 Gefäßpflanzenarten weniger divers - und es kommt zu Umstrukturierungen im Lebensformspektrum der Phytozonose: nicht Störungstoleranz sondern Hochwüchsigkeit wird zum Vorteil. Hochwüchsige Hemikryptophyten, besonders solche mit unterirdischen Ausläufern und Speicherorganen, werden dominant, kleinwüchsige, lichtbedürftige Pflanzen gehen zurück.

Nur die Kombination aus mesotrophem Boden, minimalem Standortstress, mäßiger periodischer Störung (standortangepasste regelmäßige Mahd oder Beweidung) und hohem regionalem Artenpool gewährleisten ein Höchstmaß an  $\alpha$ -Diversität in der Phytozonose alpiner Almweiden.

## 6. Riassunto

Il sistema dell'alpeggio appartiene alle forme più antiche di utilizzo delle risorse pascolive nelle regioni alpine ed assume, quale parte integrante dell'agricoltura di montagna, un ruolo di centralità a livello territoriale, socioeconomico ed ecologico. Dal punto di vista ecologico, l'utilizzo delle malghe contribuisce a creare il caratteristico e ricco mosaico di strutture del paesaggio alpino e dunque un'enorme diversità di habitat e specie.

Nella presente tesi di laurea viene analizzato l'influsso del complesso dei fattori abiotici – in particolare dello stato chimico del suolo – e dell'utilizzo sulla biodiversità floristica di fitocenosi omogenee nei pascoli d'alpeggio. Le 57 superfici oggetto di studio si trovano nel Parco Nazionale del Gesäuse (Stiria, Austria) e coprono un range ecologico e floristico piuttosto ampio. I rilievi vegetazionali sono stati condotti nell'anno 2005 secondo il metodo di BRAUN-BLANQUET (1964), mentre le analisi pedochimiche hanno seguito le rispettive ÖNORM (Austrian Standards Institute). Il presente lavoro rientra nell'ambito del progetto ALTER-Net Research Network ed è frutto della collaborazione tra il Centro di Ricerca per l'Agricoltura Alpina HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Stiria) ed il Parco Nazionale del Gesäuse.

### **Stato chimico dei suoli analizzati**

I suoli analizzati possono essere suddivisi, in riferimento al loro stato chimico, in tre gruppi:

- Suoli acidificati nel sistema tampone di Al e Fe ( $\text{pH CaCl}_2 < 4,2$ ), caratterizzati da saturazione in basi, capacità effettiva di scambio cationico e conducibilità elettrica relativamente basse. A causa della composizione disarmonica della soluzione circolante e del sistema di scambio (deficit relativo di Mg e Ca, eccesso relativo di Al, K e Na), le piante sono esposte ad uno stress nutrizionale e di acidità notevole, con conseguenze negative sulla produzione di fitomassa. Solo piante calcifughe tollerano cotale squilibrio nutrizionale del suolo.

- Suoli basici nel sistema tampone dei carbonati ( $\text{pH CaCl}_2 > 6,2$ ), caratterizzati da saturazione in basi, capacità effettiva di scambio cationico e conducibilità elettrica elevate. La soluzione circolante ed il complesso di scambio presentano un'eccesso assoluto e relativo di Ca ed un deficit complementare di K e Na. Lo sviluppo di fitomassa viene inibito a causa della forte discriminazione individuale dei nutrienti indotta dall'eccesso di Ca. Solo piante calcicole tollerano cotale squilibrio nutrizionale del suolo.

- Suoli nel sistema tampone dei silicati (pH CaCl<sub>2</sub> compreso tra 6,2 e 5,0) e dello scambio cationico (pH CaCl<sub>2</sub> compreso tra 5,0 e 4,2), caratterizzati da una composizione armonica della soluzione circolante e del complesso di scambio. Su questi suoli le piante non subiscono (o solo in misura ridotta) stress nutrizionali: piante calcicole e calcifughe coesistono nello stesso sistema.

### **Ruolo dello stato chimico del suolo per la distribuzione e la diversità floristica**

La relazione tra la diversità della fitocenosi ed il pH del suolo segue l'andamento di una normale. Il numero di piante calcifughe è elevato su suoli nel sistema tampone di Al e Fe, mentre su suoli nel sistema tampone dei carbonati dominano piante calcicole. Questi habitat estremi, caratterizzati da un forte stress nutrizionale nel suolo e quindi da una certa univocità delle condizioni ambientali, presentano una  $\alpha$ -diversità moderatamente elevata (rispettivamente 40 e 51 specie in media). Le poche specie adattate allo squilibrio nutrizionale esistente tendono a divenire dominanti. Suoli nel sistema tampone dei silicati e dello scambio cationico rappresentano habitat intermedi, nei quali specie calcifughe e calcicole coesistono: ne risulta un incremento della diversità floristica. Habitat "moderati" con stress ambientale minimo presentano infatti l' $\alpha$ -diversità più elevata (in media 60 specie, con picchi di 80-85 specie).

Tra il livello trofico del suolo (misurato sul contenuto di fosforo solubile in acido lattico) e la diversità floristica esiste una relazione unimodale. In sistemi oligotrofici il fattore limitante la diversità della fitocenosi è rappresentato dalla ridotta disponibilità di nutrienti, mentre in sistemi eutrofici è la luce il fattore concorrenziale predominante. L'alto livello di stress ambientale determina in entrambi i tipi di sistema una ridotta diversità (rispettivamente 45 e 19 specie in media). Ad un livello trofico moderato si osservano invece fitocenosi più ricche (56 specie in media). Un contenuto in P<sub>CAL</sub> di circa 20 mg/Kg di suolo rappresenta il valore limite tra diversità floristica elevata e moderata.

### **Ruolo dell'utilizzo a pascolo per la distribuzione e la diversità floristica**

Superfici regolarmente pascolate sono caratterizzate da una diversità floristica relativamente elevata (53 specie in media) e da un'elevata percentuale di piante fotofile (secondo la definizione di ELLENBERG et al. 1992), poichè tramite il pascolamento la fitomassa viene mantenuta bassa, favorendo un'ottimale luminosità al livello del suolo. L'abbandono del pascolo determina non solo una riduzione del numero di specie – le superfici abbandonate presentano con 43 specie in media fitocenosi più povere – ma anche una modificazione dello spettro floristico: emicriptofiti a

stelo elevato, in particolare se dotati di rizomi o altri organi di riserva sotterranei, divengono dominanti, mentre piante a stelo basso bisognose di luce scompaiono.

Solo la combinazione tra suolo mesotrofico, stress ambientale minimo, disturbo periodico moderato (regolare utilizzo orientato al mantenimento del naturale potenziale produttivo) e ricco patrimonio floristico a livello regionale garantisce un'elevata  $\alpha$ -diversità nelle fitocenosi di pascoli d'alpeggio.

## 7. Summary

Alpine pastures represent one of the most ancient forms of pasture resource utilisation in European alpine regions and are of central structural, socioeconomic and ecological importance in mountain areas. From an ecological point of view, alpine pastures contribute to the characteristic and rich mosaic of alpine landscape and determine an enormous habitat and species richness.

The influence of the complex of abiotic factors – soil chemical status in particular – and of utilisation on floristic biodiversity of homogeneous phytocenosis in alpine pastures is discussed in the present degree thesis. The 57 analysed plots are located in the National Park Gesäuse (Styria, Austria) and cover a wide ecological and floristic range. The vegetational relevés were carried out according to the BRAUN-BLANQUET approach (1964), soil analyses were conducted according to the ÖNORM methods (Austrian Standards Institute). The present work is part of the project ALTER-Net Research Network and is the result of a collaboration between the Research Centre for Alpine Agriculture HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Styria) and the National Park Gesäuse.

### **Chemical status of the analysed soils**

The analysed soils can be subdivided into three classes with respect to their chemical status:

- Acid soils in the Al and Fe buffer range ( $\text{pH CaCl}_2 < 4,2$ ) show low percentage base saturation, effective cation exchange capacity and electric conductivity. Because of disharmonic nutrient composition of topsoil (relative Mg and Ca deficit, relative Al, K and Na excess), plants undergo a considerable nutrient and acid stress. Growth inhibition is the consequence. Only Calcifuges tolerate the non equilibrated nutrient supply.

- Basic soils in the carbonate buffer range ( $\text{pH CaCl}_2 > 6,2$ ) show high percentage base saturation, effective cation exchange capacity and electric conductivity. Relative and absolute Ca excess and complementary Na and K deficit determine a considerable nutrient stress in topsoil and inhibit plant growth. Only Calcicoles tolerate the non equilibrated nutrient supply.

- Soils in the silicate buffer range ( $\text{pH CaCl}_2$  between 6,2 and 5,0) and in the cation exchange buffer range ( $\text{pH CaCl}_2$  between 5,0 and 4,2) are characterized by a balanced

composition of the soil solution and exchange complex. No (or only moderated) nutrient and acid stress is given in topsoil and Calcifuges coexist with Calcicoles.

### **Influence of soil chemical status on floristic distribution and diversity**

There is a hump-shaped relationship between plant species richness and pH. Calcicoles dominate on soils in the carbonate buffer range, while calcifuges are better adapted to the prevailing nutrient and acid stress of soils in the Al and Fe buffer range. These habitats are characterized by extreme and one-sided conditions and show therefore a moderately high mean  $\alpha$ -diversity in the phytocenosis (40 and 51 species respectively). Only few species are adapted to such conditions and they tend to become dominant. On soils in the silicate buffer range and in the cation exchange buffer range represent moderated habitats, where calcifuges and calcicoles can coexist. Thanks to this coexistence, intermediate systems show the highest mean floristic diversity (60 species, with peaks of 80-85 species).

Floristic diversity and soil resource supply (measured through lactate soluble P content) show an unimodal relationship, related to stress tolerance and competition for belowground resources at low soil resource supply, competition for light at high soil resource supply, with maximum diversity at intermediate soil resource supply. Oligotrophic and eutrophic systems show a comparatively low mean diversity (45 and 19 species respectively), moderated ones have richer phytocenosis (56 species at an average). The threshold value between grassland communities with high and medium species richness is a lactate soluble P content of about 20 mg P per Kg fine earth fraction.

### **Influence of utilisation on floristic distribution and diversity**

Regularly utilized pastures are characterised by a comparatively high mean diversity (53 species) and by a high percentage of light plants (according to the definition of ELLENBERG et al. 1992) in their phytocenosis, since through pasture utilisation above ground phytomass is maintained low and light conditions at soil level are favourable. The abandonment of pastures determines a reduction in plant species richness – abandoned plots show a lower mean diversity (43 species) – and a change in floristic structure: high growing hemikryptophytes with rhizomes and underground storage organs dominate, while low growing light plants slowly disappear.

Only the combination between mesotrophic soil, minimal environmental stress, moderated periodic disturbance (site-oriented regular utilization) and rich regional species pool guarantee a high  $\alpha$ -diversity in the phytocenosis of alpine pastures.

## 8. Literaturverzeichnis

ADLER, W., OSWALD, K. & FISCHER, R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. – Ulmer Verlag, Stuttgart.

AIGNER, S., EGGER, G., GINDL, G. & BUCHGRABER, K. (2003): Almen bewirtschaften: Pflege und Management von Almweiden.- Stocker Verlag, Graz.

AMPFERER, O. (1935): Geologische Karte der Gesäuseberge. - Geologische Bundesanstalt, WIEN.

ARNBERGER, A., MUHAR, A. & STERL, P. (2006): ALP-Austria, Teilprojekt 17, Auswirkungen des Tourismus. - Programm zur Sicherung und Entwicklung der alpinen Kulturlandschaft, Lebensministerium, Wien.

BARKMAN, J.J. (1989): A critical evaluation of minimum area concepts. – *Vegetatio* 85: 89-104.

BLOOM, P. R., Mc BRIDE, M.B. & WEAVER, R. M. (1979): Aluminium organic matter in acid soils: buffering and solution aluminium activity. – *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43, 488-493.

BOHNER, A. (1998a): Almwirtschaft und Gebirgsökosysteme. - Diss. Boku, Wien.

BOHNER, A. (1998b): Bodenversauerung im Gebirge – Ursachen und Konsequenzen für die Almbewirtschaftung. – Bericht 4. Alpenländisches Expertenforum, 24. und 25. März 1998, BAL Gumpenstein, 25-26.

BOHNER, A. (2001): Bedeutung der Almwirtschaft und des Bodenzustandes für die Biotopvielfalt und floristische Artendiversität. – *Sauteria* 11: 27-50.

BOHNER, A. (2002): Ökochemische Stressfaktoren im Boden. – *Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft* 66: 149-155.

BOHNER, A. (2003): Alpen-Ampferfluren – Bodenkennwerte, Ursachen der Verunkrautung und Konsequenzen für die Almbewirtschaftung.- ALVA-Jahrestagung, 26. – 28. Juni 2003, Klagenfurt, 153-155.

BOHNER, A. (2005a): Bodenindikatoren für die Bewirtschaftungsintensität und die floristische Artenvielfalt im Wirtschaftsgrünland. - *Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft* 72:67-73.

BOHNER, A. (2005b): Organic matter in alpine grassland soils and its importance to site quality. – *ALVA-Mitteilungen* 3: 91-98.

BOHNER, A., SOBOTIK, M. & PÖTSCH, E.M. (2002): The species richness of the Austrian grassland and the importance of grassland management for biodiversity. - 10. EGF-Meeting,

27.-30. Mai 2002, La Rochelle, 776-777.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. - Springer Verlag, Berlin.

BRIEMLE, G., NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 38: 203-225.

BRIEMLE, G. & SCHREIBER, K.-F. (1994): Zur Frage der Beeinflussung pflanzlicher Lebens- und Wuchsformen durch unterschiedliche Landschaftspflegemaßnahmen. – Tuexenia 14: 229-244.

BRUGGER, O. & WOHLFAHRTER, R. (1983): Alpwirtschaft heute. – Stocker Verlag, Graz.

BUCHGRABER, K. (2000): Ertragspotentiale und Artenvielfalt auf Grünlandstandorten im Berggebiet. – Bericht Tagung „Das Grünland im Berggebiet Österreichs“, 22. und 23. September 2000, Wien, 181-189.

BUCHGRABER, K. (2003): Land(wirt)schaftliche Entwicklungen im Berggebiet. – Bericht Tagung für die Jägerschaft 2003, 11. und 12. Februar 2003, BAL Gumpenstein, 7-9.

BUCHGRABER, K. (2004): Die Kulturlandschaft im Berggebiet Österreichs ist in Gefahr. – Tagungsband International Scientific Conference, 30. September 2004, Nitra, 21-24.

BUCHGRABER, K. & SOBOTIK, M. (1995): Einfluss der Grünlandwirtschaft auf die Artenvielfalt in verschiedenen Pflanzengesellschaften. – Expertentagung „Landwirtschaft und Naturschutz – Gemeinsam erhalten für die Zukunft“, 19. und 20. Oktober 1995, BAL Gumpenstein, 9-23.

CEAWFORD, R. M. M. (1996): Konkurrenz in Pflanzengesellschaften. – In BRUNOLD et al. (eds.): Stress bei Pflanzen. UTB, Bern-Stuttgart-Wien.

CLS (COMMISSION ON LIFE SCIENCE) (1999): Perspectives on Biodiversity: Valuing Its Role in an Everchanging World. - Committee on Noneconomic and Economic Value of Biodiversity, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., URL = <http://darwin.nap.edu/books/030906581X/html>.

CORTI, M. (2004): Le valenze turistiche ed educative del sistema delle alpi pascolive: indagine sugli eventi turistici sul tema dell'alpeggio. – Quaderni SooZooAlp 1: 53-89.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. – Ulmer Verlag, Stuttgart.

DIERSCHKE, H. & BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland: Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. - Ulmer Verlag, Stuttgart.

DIETL, W. & JOURQUERA, M. (2003): Wiesen- und Alpenpflanzen. – Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.

- EHLRICH P.R. & EHLRICH, A.H. (1981): Extinction. The causes and consequences of the disappearance of species. - Random House, New York.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. WEBER, H., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Aufl. Scripta Geobotanica 18: 1-258.
- FAITH, D.P., (2003): Biodiversity. - The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2003 Edition), ZALTA, E. N. (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/sum2003/entries/biodiversity/>.
- FLÜGEL, H. & NEUBAUER, F. (1984): Steiermark: Erläuterung zur geologischen Karte der Steiermark. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. - Ulmer Verlag, Stuttgart.
- GALLER, J. (1989): Grünlandverunkrautung – Ursachen, Vorbeugung, Bekämpfung. – Stocker Verlag, Graz.
- GIGON, A. (1981): Koexistenz von Pflanzenarten, dargelegt am Beispiel alpiner Rasen. – Verh. Der Gesellschaft für Ökologie 11: 145-160.
- GREGOR, K., KÜNZLE, I., PFISTERER, A., SCHLATTER, C., SCHLÄPFER, F., AUS DER AU, C. & SOLIVA, R. (2005): Der Wert der Biodiversität. – Forum Biodiversität Schweiz Hotspot 12/2005, URL = [http://www.biodiversity.ch/publications/hotspot/documents/HOTSPOT\\_12\\_2005\\_dt.pdf](http://www.biodiversity.ch/publications/hotspot/documents/HOTSPOT_12_2005_dt.pdf).
- GREIF, F. & RIEMERTH, A. (2006): Gesamtökonomische Bedeutung der Almen Österreichs, eine statistische Komplexanalyse. – Teilprojekt von Alp-Austria, Programm zur Sicherung und Entwicklung der alpinen Kulturlandschaft, Lebensministerium, Wien.
- GREIMLER, J. (1991): Pflanzengesellschaften und Vegetationsstrukturen in den südlichen Gesäusebergen (Nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). – Diss. Universität Wien.
- GROIER, M. (1993): Die Almwirtschaft in Österreich: Bedeutung und Struktur. - Bundesanstalt für Bergbauernfragen, Facts & Features 11/1993: 1-15.
- HAILA, Y. & KOUKI, J. (1994): The phenomenon of biodiversity in conservation biology. – Ann. Zool. Fennici 31: 5-18.
- HARFLINGER, O. & KNEES, G. (1999): Klimahandbuch der österreichischen Bodenschätzung. – Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- HASITSCHKA, J. (2003a): Die Geschichte der Haselkar- und Hüpflingeralm. – Unveröff. Bericht.
- HASITSCHKA, J. (2003b): Die Geschichte der Sulzkaralm. – Unveröff. Bericht.

- HASITSCHKA, J. (2006a): Die Geschichte der Ebnesangeralm. – Unveröff. Bericht.
- HASITSCHKA, J. (2006b): Die Geschichte der Eggeralm. – Unveröff. Bericht.
- HOBBS, R.J., RICHARDSON, D.M. & DAVIS, G.V. (1995): Mediterranean-Type Ecosystems: Opportunities and Constraints for Studying the Function of Biodiversity. – in DAVIS, G.W., und RICHARDSON, D.M. (eds.): Mediterranean-Type Ecosystems. – Ecol. Studies 109: 1-42.
- HOBOHM, C. (2000): Biodiversität. – Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim.
- HOOPER, D.U., SOLAN, M., SYMSTAD, A., DIAZ, S., GESSNER, M.O., BUCHMANN, N., DEGRANGE, V., GRIME, P., HULOT, F., MERMILLOD-BLONDIN, F., ROY, J., SPEHN, E. & VAN PEER, L. (2002): Species diversity, functional diversity, and ecosystem functioning. - in LOUREAU et al. (eds.): Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. - Oxford University Press, Oxford.
- HUSTON, M. (1994): Biological diversity. – University Press, Cambridge.
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden, eine Grünlandlehre.- Verlag Paul Parey, Berlin.
- KLEIN, M., RIECKEN, U. & SCHRÖDER, E. (1997): Begriffsdefinition im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Landwirtschaft. Vorschläge zur Diskussion. – Natursch. Landwirtschaftspl. 29 (8): 229-237.
- KOLLMANN, W. (1975): Hydrologie der nördlichen Gesäuseberge. – Diss. Universität Graz.
- KÖRNER, C. (2003): Alpine plant life: Functional plant ecology of mountain ecosystems. – Springer Verlag, Berlin.
- KÖRNER, C. & SPEHN, E. M. (2002): Mountain Biodiversity – A Global Assessment. – Parthenon Publishing Group, London.
- LOREAU, M., NAEEM, S. & INCHAUSTI, P., (2002): Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. - Oxford University Press, Oxford.
- NAGY, L., GRABHERR, G., KÖRNER, C. & Thompson, D. (2003): Alpine Biodiversity in Europe. – Springer Verlag, Berlin.
- NICKFELD, H. (1999): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 10: 1-292.
- NORBERG, J., LOREAU, M., DOWNING, A., EMMERSON ; M., GONZALES, A., HUGHES, J., INCHAUSTI, P., JOSHI, J. & SALA, O. (2002): A new look at the relationship between diversity and stability. - in LOUREAU et al. (eds.): Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. - Oxford University Press, Oxford.
- NORTON, B.G. (2001): Conservation biology and environmental values: can there be a universal earth ethic? – in POTVIN, C. et al. (eds.): Protecting biological diversity: roles and

- responsibilities. – McGill-Queen's University Press, Montreal.
- OPPERMANN, R. & GUJER, H. U. (2003): Artenreiches Grünland. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- PAAR, M. (2004): Rote Liste der gefährdeten Biotophyten Österreichs. – Monographien des Umweltbundesamtes 167.
- PARIZEK, T. (2006a): Almen und Almwirtschaft im Überblick. – Beitrag zur Alp-Austria Präsentation, 21. und 22. Juni 2006, Großarl, S. 3.
- PARIZEK, T. (2006b): Almen und Almwirtschaft in Österreich. – Bericht ALP Austria, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- PENZ, H. (1984): Moderne Wandlungen im alpinen Bergbauerntum. – Geogr. Rundschau 36/8: 404-408.
- PENZ, H. (2003): Veränderung von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft im Alpenraum. - Bericht 9. Alpenländisches Expertenforum, 27. und 28 März 2003, BAL Gumpenstein, 9: 1-7.
- POSCHOLD, P. & SCHUMACHER, D. (1998): Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes – Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf. – Schriftenr. Vegetationsk. 29: 83-99.
- REMICH, B. (2001): Geomorphologische Grundlagenerhebung und Bewertung im Projektgebiet Nationalpark Gesäuse. – Unveröffentlichte Diplomarbeit Karl-Franzens-Universität, Graz.
- ROSENTHAL, G. et al. (1998): Feuchtgrünland in Norddeutschland – Ökologie, Zustand, Schutzkonzepte. – Angew. Landschaftsök. 15: 1-289.
- ROSENZWEIG, M.L. (1971): Paradox of enrichment: destabilization of exploitation ecosystems in ecological time. – Science 171: 385-387.
- SCHACHT, H. (2003): Grünland und Landschaft: landschaftsökologische und ästhetische Aspekte. – Bericht 9. Alpenländisches Expertenforum, 27. und 28 März 2003, BAL Gumpenstein, 9: 41-47.
- SCHARFETTER, R. (1954): Erläuterung zur Vegetationskarte der Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 84: 121-158.
- SCHECHTNER, G. (1991): Wirtschaftsdünger – Richtige Gewinnung und Anwendung. - Sonderausgabe der Zeitschrift „Förderungsdienst“, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Fachbeirat für Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. – Enke Verlag, Stuttgart.
- SEISS, M. (2005): Landschaftsökologische Untersuchungen in Jonsbach. – Diplomarbeit Karl-

Franzens-Universität, Graz.

SOBOTIK, M., POPPELBAUM, Ch. & GRUBER, L. (1998): Die Pflanzenbestände der Versuchsflächen des Höhenprofils Johnsbach. - Bericht 4. Alpenländisches Expertenforum, 24. und 25. März 1998, BAL Gumpenstein, 51-61.

STATZ, G. (1994): Freiflächenpflege. - Ulmer Verlag, Stuttgart.

SUSKE, W (2003): Grünlandwirtschaft und Naturschutz – Symbiose oder Widerspruch. - Bericht 9. Alpenländisches Expertenforum, 27. und 28 März 2003, BAL Gumpenstein, 9: 25-27.

THIEMANN, A. (1956): Leben und Umwelt. Vom Gesamthaushalt der Natur. – Hamburg.

TILMAN, D. (1982): Resource competition and community structure. – Princeton University Press, Princeton.

TILMAN, D., KNOSP, J., WEDIN, D. & REICH, P. (2002): Plant diversity and composition: effects on productivity and nutrient dynamics of experimental grasslands. – in LOUREAU et al. (eds.): Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. - Oxford University Press, Oxford.

TILMAN, D., REICH, P.B., KNOSP, J., WEDIN, D., MIELKE, T. & LEHMAN, C.L. (2001): Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. - Science 294/5543: 843–845.

TREPL, L. (1987): Natur im Griff – Landschaft als Naturparadies. – Garten und Landschaft 3/87: 37-44.

ULRICH, B., MAYER, R. & KHANNA, F. K. (1979): Die Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. – Schr. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen 58: 1-291.

WAKONIGG, H. (1978): Witterung und Klima in der Steiermark. – Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz.

WHITTAKER, R.H. (1972): Evolution and measurement of species diversity. - Taxon 21/(2,3): 213-251.

WILMANN, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. – Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden.

WYTRZENS, H.K. & MAYER, C. (2000): Globale Leitbilder für das österreichische Grünland. – Der Förderungsdienst 48/3: 270-276.

ZILLOTTO, U., SCOTTON, M. & DA RONCH, F. (2004): I pascoli alpini: aspetti ecologici e vegetazionali. - Quaderni SooZooAlp 1: 11-41.

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Ökosystemprozesse und Dienstleistungen: Ein Ökosystem kann Auswirkungen auf mehrere Dienstleistungen haben und eine Dienstleistung kann durch mehrere Prozesse beeinflusst werden (nach GREGOR et al. 2005) .....	7
Abb. 2. Darstellung der Anteile der Almfutterfläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in den Bundesländern Österreichs; Daten aus INVEKOS 2004.....	10
Abb. 3. Entwicklung der Anzahl der Almen und der Almfläche zwischen 1952 und 2002 in Österreich; für 1952, 1974 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002 .....	14
Abb. 4. Entwicklung der Anzahl der gealpten Tiere zwischen 1952 und 2002 in Österreich; für 1952 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002.....	16
Abb. 5. Entwicklung der Anzahl der gealpten Rinder und Milchkühe zwischen 1980 und 2005 in der autonomen Provinz Trient (Italien); Daten aus PAT 2006 .....	18
Abb. 6. Lage des Nationalpark Gesäuse; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM.....	18
Abb. 7. Naturräumliche Gliederung im Nationalpark Gesäuse; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM.....	18
Abb. 8. Natur- und Bewahrungszonen im Nationalpark Gesäuse; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM.....	20
Abb. 9. Jahresverlauf der Durchschnittsniederschläge 1971-2000 in den Stationen Admont, Hieflau und Gstatterboden; Daten aus ZAMG .....	22
Abb. 10. Jahresverlauf der Durchschnittstemperaturen 1971-2000 für die Stationen Admont und Hieflau; Daten aus ZAMG .....	23
Abb. 11. Orthofoto des Untersuchungsgebiet mit Abgrenzung der Almen und Darstellung der Aufnahmeflächen; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM .....	27
Abb. 12. Zusammenhang zwischen Corg-Gehalt im Boden und Seehöhe an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	35
Abb. 13. Zusammenhang zwischen Corg-Gehalt und Ntot-Gehalt im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	36
Abb. 14. Zusammenhang zwischen Corg-Gehalt und effektiver Kationenaustauschkapazität im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	36
Abb. 15. Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) und der effektiven Kationenaustauschkapazität im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	38

---

Abb. 16. Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) und der Basensättigung (%) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	39
Abb. 17. Ca- und Al-Sättigung (%) in Abhängigkeit vom pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	40
Abb. 18. Fe-Sättigung (%) in Abhängigkeit vom pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	40
Abb. 19. Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) und Mg-Sättigung (%) im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	41
Abb. 20. Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) und Alkali-Anteil and der effektiven Kationenaustauschkapazität im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	41
Abb. 21. Zusammenhang zwischen lactatlöslichem und wasserlöslichem Phosphor im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	42
Abb. 22. Zusammenhang zwischen dem pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) und der elektrischen Leitfähigkeit im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	43
Abb. 23. Zusammenhang zwischen dem pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) und dem Bor-Gehalt im Boden an 42 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	44
Abb. 24. Zusammenhang zwischen der Al- und Ca-Sättigung (%) im Boden und dem prozentuellen Anteil calcicoler Pflanzenarten in homogenen Pflanzenbeständen an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	51
Abb. 25. Zusammenhang zwischen der Al- und Ca-Sättigung (%) im Boden und dem prozentuellen Anteil calcifuger Pflanzenarten in homogenen Pflanzenbeständen an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	51
Abb. 26. Durchschnittliche $\alpha$ -Diversität homogener Pflanzenbestände und pH-Pufferbereiche im Boden an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	52
Abb. 27. Zusammenhang zwischen pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) im Boden und der Artenzahl homogener Pflanzenbestände an 25 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	53
Abb. 28. Zusammenhang zwischen dem lactatlöslichen P-Gehalt im Boden und der Artenzahl homogener Pflanzenbestände an 40 Almstandorten im NP Gesäuse 2005 .....	57
Abb. 29. Lactatlöslicher P- und K-Gehalt, nachlieferbarer N, elektrische Leitfähigkeit und Basensättigung im Boden von Alpenampferfluren (n=5) und Borstgrasrasen (n=7) an Almstandorten im Nationalpark Gesäuse 2005 .....	58
Abb. 30. Hypotetischer Zusammenhang zwischen der Nährstoffverfügbarkeit im Boden und der Diversität der Phytozonose in alpinen Ökosystemen (nach KÖRNER & SPEHN 2002, unwesentlich verändert) .....	59

- 
- Abb. 31. Lactatlöslicher P- und K-Gehalt und Basensättigung im Boden von Alpenampferfluren (n=5) und ungedüngten Borstgrasrasen (n=7) im Vergleich zu einer gedüngten Bergfettwiese (n=2) an Almstandorten im NP Gesäuse 2005.....62
- Abb. 32. Zusammensetzung der Phytozonöse regelmäßig beweideter (n=9) und aufgelassener (n=3) Almflächen in Hinsicht auf die durchschnittliche Gesamtartenzahl, das Vorkommen von Lichtpflanzen und deren Deckung im NP Gesäuse 2005 .....64

---

## 10. Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Primäre Ökosystemfunktionen und Beispiele für daraus resultierende Prozesse (nach HOBBS et al. 1995; unwesentlich verändert) .....	4
Tab. 2. Landwirtschaftliche Nutzfläche und Almfutterfläche in den Bundesländern Österreichs; Daten aus INVEKOS 2004 .....	11
Tab. 3. Anzahl und Fläche der österreichischen Almen zwischen 1952 und 2002; für 1952, 1974 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002 .....	14
Tab. 4. Almauftrieb in Österreich nach Viehkategorien im Vergleich 1952, 1986 und 2002; für 1952 und 1986 stammen die Daten aus ÖStZ 1986, für 2002 aus AMA 2002 .....	16
Tab. 5. Durchschnittsniederchläge 1971-2000 für die Stationen Admont, Hieflau und Gstatterboden; Daten aus ZAMG .....	22
Tab. 6. Durchschnittstemperaturen 1971-2000 für die Stationen Admont und Hieflau; Daten aus ZAMG .....	23

## 11. Bilderverzeichnis

Bild 1. Artenreiche, extensiv genutzte Weide im NP Gesäuse; eigene Aufnahme .....	9
Bild 2. Der Hochtort; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM .....	25
Bild 3. Sulzkaralm mit Weidevieh; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM .....	28
Bild 4. Almhütte auf der Haselkaralm; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM.....	28
Bild 5. Borstgrasrasen am Sulzkarhund; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM .....	45
Bild 6. Kalkmagerrasen am Lugauer; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM.....	46
Bild 7. Rostseggenhalde in steiler Lage; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM .....	47
Bild 8. Moorvegetation in Hangverebnung; GESÄUSE-INFORMATIONSSYSTEM .....	48
Bild 9. Alpen-Ampferflur; eigene Aufnahme.....	49
Bild 10. <i>Chaerophyllum hirsutum</i> bildet durch Auflassung einen Dominanzbestand; eigene Aufnahme .....	65

---

## 12. Anhang

<b>Tabelle I.</b> Kennwerte der untersuchten Gebirgsböden (1); organischer C: %; Gesamtstickstoff: %; Nachlieferbarer N: mg/1000g/7d; P_CAL, P_H2O, K_CAL, Bor: mg/1000g; K-, Ca-, Mg-, Na-, Mn-, Al-Kationen: cmol+/1000g.....	92
<b>Tabelle II.</b> Kennwerte der untersuchten Gebirgsböden (2); Elektrische Leitfähigkeit: $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Nachlieferbarer N: %; Effektive KAK: cmol+/1000g; Ca-, Mg-, Na-, Al-, Fe-, Basensättigung: % .....	93
<b>Tabelle III.</b> Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) .....	Beilage

**Tabelle I.** Kennwerte der untersuchten Gebirgsböden (1); organischer C: %; Gesamtstickstoff: %; Nachlieferbarer N: mg/1000g/7d; P\_CAL, P\_H2O, K\_CAL, Bor: mg/1000g; K-, Ca-, Mg-, Na-, Mn-, Al-Kationen: cmol+/1000g

Aufnahme	Alm	pH_CACL2	Organischer C	Gesamtstickstoff	Nachlieferbarer N	C/N-Verhältnis	P_CAL	P_H2O	K_CAL	Bor	K-Kationen	Ca-Kationen	Mg-Kationen	Na-Kationen	Fe-Kationen	Al-Kationen
1	Sulzkaralm	4,62	7,38	0,65	254,37	11,31	14,81	5,32	67,70	0,25	0,21	15,80	0,68	0,05	0,00	1,21
2	Sulzkaralm	4,83	7,40	0,69	327,23	10,72	14,93	5,67	74,24	0,28	0,24	18,92	0,85	0,07	0,00	0,45
3	Sulzkaralm	4,34	6,04	0,57	198,46	10,62	14,32	4,45	74,24	0,30	0,23	8,58	0,79	0,04	0,00	2,94
4	Sulzkaralm	4,48	14,93	1,44	330,39	10,40	91,31	21,12	278,00	0,33	0,81	24,98	2,93	0,03	0,04	0,63
7	Sulzkaralm	3,72	4,71	0,43	88,39	11,01	16,30	6,07	73,42	0,03	0,23	1,93	0,42	0,05	0,16	7,09
13	Sulzkaralm	5,00	7,05	0,62	215,85	11,37	14,26	3,80	73,74	0,33	0,23	20,91	0,88	0,05	0,00	0,37
14	Sulzkaralm	5,61	10,78	0,90	243,26	11,92	19,86	5,46	83,45	0,67	0,25	38,08	0,90	0,04	0,00	0,03
15	Haselkaralm	5,53	24,12	1,71	401,15	14,13	104,65	15,97	184,92	0,55	0,49	72,66	5,05	0,02	0,00	0,03
16	Scheucheggalm	3,67	4,20	0,48	87,87	8,75	32,02	9,12	60,36	0,34	0,19	1,46	0,34	0,04	0,04	6,06
17	Scheucheggalm	3,85	4,82	0,52	128,59	9,27	22,16	7,72	61,88	0,44	0,20	1,95	0,33	0,06	0,02	5,41
18	Scheucheggalm	5,47	8,51	0,58	262,76	14,57	16,45	5,15	48,82	0,37	0,13	24,42	0,50	0,03	0,00	0,04
19	Haselkaralm	5,25	5,82	0,45	124,84	12,81	67,74	6,07	30,21	0,28	0,10	15,69	1,12	0,03	0,00	0,19
20	Haselkaralm	5,71	8,19	0,66	218,02	12,48	112,21	10,39	43,53	0,25	0,13	18,96	1,45	0,07	0,01	0,12
27	Sulzkaralm	4,58	12,81	1,24	391,75	10,35	27,07	12,35	295,54	0,18	0,92	20,18	2,03	0,02	0,02	0,83
28	Sulzkaralm	4,44	19,92	1,83	44,55	10,90	57,36	26,14	470,08	0,10	1,28	28,56	3,30	0,03	0,16	0,56
29	Sulzkaralm	4,03	7,45	0,68	206,97	10,90	18,97	8,68	157,12	0,00	0,44	3,21	0,61	0,09	0,05	6,14
30	Sulzkaralm	4,01	7,19	0,64	123,43	11,28	18,39	6,85	135,37	0,17	0,41	4,63	0,70	0,07	0,02	5,36
31	Sulzkaralm	4,04	12,38	1,07	110,71	11,52	41,15	16,80	206,44	0,10	0,57	5,23	1,02	0,07	0,16	5,38
32	Sulzkaralm	3,82	7,08	0,61	114,50	11,55	22,49	7,99	112,54	0,00	0,36	2,21	0,62	0,08	0,28	7,61
33	Scheucheggalm	3,77	7,52	0,67	193,74	11,15	39,32	16,45	146,59	0,01	0,42	1,66	0,62	0,09	0,35	6,26
34	Scheucheggalm	3,78	8,40	0,68	198,99	12,34	34,84	15,40	133,47	0,00	0,39	2,27	0,65	0,10	0,15	5,66
35	Scheucheggalm	3,86	9,21	0,82	244,52	11,30	32,30	8,20	154,33	0,00	0,43	1,58	0,66	0,12	0,05	6,76
38	Eggeralm	7,09	14,10	1,10	84,54	12,79	12,95	6,90	64,81	0,53	0,09	39,64	14,65	0,08	0,00	0,04
39	Eggeralm	5,86	11,48	0,98	335,08	11,70	14,10	4,45	72,26	0,18	0,15	23,50	8,05	0,07	0,00	0,03
40	Eggeralm	7,07	14,91	1,01	179,04	14,69	7,79	6,42	75,63	0,63	0,16	39,13	14,38	0,06	0,00	0,02
41	Lugauer	5,45	16,70	1,25	246,57	13,39	23,73	8,77	250,39	0,38	0,59	39,69	2,93	0,07	0,01	0,05
42	Lugauer	5,71	16,96	1,26	31,94	13,48	16,99	6,50	105,92	0,53	0,28	47,29	3,02	0,10	0,01	0,03
43	Lugauer	5,10	14,22	1,09	262,20	13,08	16,19	5,80	110,05	0,31	0,31	29,81	1,69	0,08	0,01	0,27
44	Lugauer	6,01	22,06	1,51	273,71	14,60	4,97	5,28	80,28	0,63	0,15	64,94	1,97	0,11	0,01	0,04
45	Lugauer	5,22	20,60	1,41	467,43	14,57	17,69	6,85	128,48	0,38	0,33	45,36	3,42	0,08	0,02	0,10
46	Lugauer	5,16	12,81	0,97	230,36	13,23	14,66	6,68	93,57	0,30	0,26	28,52	2,06	0,15	0,01	0,11
47	Lugauer	5,42	25,81	1,76	408,03	14,63	21,57	9,16	152,97	0,39	0,37	64,89	1,63	0,08	0,01	0,05
48	Lugauer	6,26	23,86	1,35	191,58	17,62	4,79	7,20	101,53	0,35	0,22	74,71	1,13	0,05	0,01	0,05
49	Ebnesangeralm	6,07	27,84	2,40	294,59	11,59	24,18	10,52	72,51	0,54	0,12	84,26	1,91	0,06	0,00	0,03
50	Ebnesangeralm	4,57	17,82	1,59	113,88	11,24	41,38	10,08	80,25	0,18	0,22	37,31	1,84	0,03	0,01	0,85
51	Ebnesangeralm	6,36	24,13	1,98	13,19	12,17	26,63	9,38	76,21	0,40	0,15	82,79	2,88	0,15	0,00	0,03
52	Ebnesangeralm	7,05	27,61	2,40	-4,60	11,51	13,85	10,78	91,09	1,13	0,13	106,43	3,17	0,23	0,00	0,03
53	Sulzkarhund	7,13	22,13	1,58	402,81	13,99	20,85	10,87	262,31	2,34	0,58	73,65	1,44	0,03	0,00	0,03
54	Sulzkarhund	7,00	14,75	1,14	284,86	12,96	19,59	10,08	217,68	2,21	0,62	65,80	1,38	0,04	0,00	0,02
55	Sulzkarhund	7,16	14,08	1,11	298,84	12,73	9,51	9,12	182,56	2,09	0,58	64,17	1,59	0,08	0,00	0,02
56	Sulzkarhund	6,78	28,79	2,08	175,51	13,85	29,75	22,47	202,29	2,45	0,47	98,16	2,25	0,06	0,00	0,03
57	Sulzkaralm	6,21	14,78	1,38	311,42	10,72	7,07	8,20	80,20	0,80	0,24	60,67	1,84	0,07	0,00	0,02

**Tabelle II.** Kennwerte der untersuchten Gebirgsböden (2); Elektrische Leitfähigkeit:  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Nachlieferbarer N: %; Effektive KAK:  $\text{cmol}^+/\text{1000g}$ ; Ca-, Mg-, Na-, Al-, Fe-, Basensättigung: %

Aufnahme	Alm	Elektr. Leitfähigkeit	Nachlieferbarer N	Effektive KAK	Ca-Sättigung	Mg-Sättigung	K-Sättigung	Na-Sättigung	Al-Sättigung	Fe-Sättigung	Basensättigung	K+Na-Sättigung	Ca+Mg-Sättigung
1	Sulzkaralm	37,40	3,896	18,19	86,84	3,722	1,177	0,297	6,653	0,016	92,04	1,47	90,57
2	Sulzkaralm	51,20	4,741	20,94	90,32	4,059	1,127	0,325	2,125	0,01	95,83	1,45	94,38
3	Sulzkaralm	38,60	3,491	12,91	66,44	6,097	1,805	0,341	22,75	0,031	74,68	2,15	72,54
4	Sulzkaralm	282,30	2,302	30,04	83,16	9,765	2,68	0,113	2,098	0,133	95,71	2,79	92,92
7	Sulzkaralm	38,70	2,068	10,12	19,03	4,102	2,293	0,514	70,04	1,572	25,94	2,81	23,13
13	Sulzkaralm	42,90	3,482	22,68	92,2	3,884	0,996	0,212	1,649	0,013	97,29	1,21	96,08
14	Sulzkaralm	115,00	2,69	39,41	96,63	2,276	0,624	0,089	0,063	0,003	99,62	0,71	98,91
15	Haselkaralm	260,00	2,349	78,47	92,59	6,432	0,628	0,029	0,034	0,003	99,68	0,66	99,02
16	Scheucheggalm	44,70	1,83	8,26	17,63	4,066	2,299	0,436	73,27	0,508	24,43	2,73	21,70
17	Scheucheggalm	54,60	2,474	8,16	23,91	4,007	2,426	0,772	66,34	0,208	31,11	3,20	27,91
18	Scheucheggalm	45,20	4,496	25,26	96,69	1,996	0,519	0,123	0,154	0,004	99,33	0,64	98,69
19	Haselkaralm	72,00	2,746	17,20	91,23	6,489	0,558	0,18	1,081	0,017	98,46	0,74	97,72
20	Haselkaralm	65,10	3,324	20,80	91,13	6,957	0,635	0,356	0,567	0,024	99,08	0,99	98,09
27	Sulzkaralm	116,10	3,165	24,19	83,42	8,387	3,803	0,095	3,439	0,07	95,71	3,90	91,81
28	Sulzkaralm	204,00	0,244	34,56	82,63	9,555	3,701	0,075	1,609	0,449	95,96	3,78	92,18
29	Sulzkaralm	45,60	3,031	10,73	29,88	5,713	4,11	0,857	57,25	0,494	40,56	4,97	35,60
30	Sulzkaralm	38,80	1,935	11,43	40,52	6,115	3,543	0,647	46,87	0,192	50,82	4,19	46,63
31	Sulzkaralm	51,30	1,03	12,48	41,91	8,156	4,527	0,585	43,12	1,306	55,18	5,11	50,07
32	Sulzkaralm	38,20	1,869	11,19	19,71	5,498	3,191	0,733	68,02	2,467	29,13	3,92	25,21
33	Scheucheggalm	58,00	2,873	9,48	17,5	6,506	4,386	0,917	66,02	3,659	29,31	5,30	24,01
34	Scheucheggalm	45,60	2,925	9,35	24,26	6,953	4,182	1,102	60,51	1,562	36,5	5,28	31,21
35	Scheucheggalm	54,00	2,999	9,85	16,01	6,721	4,335	1,178	68,59	0,528	28,25	5,51	22,73
38	Eggeralm	190,50	0,767	54,51	72,73	26,88	0,172	0,154	0,066	0,004	99,93	0,33	99,60
39	Eggeralm	98,20	3,414	31,83	73,83	25,29	0,474	0,214	0,085	0,006	99,81	0,69	99,12
40	Eggeralm	185,30	1,764	53,76	72,79	26,74	0,288	0,119	0,043	0,004	99,94	0,41	99,53
41	Lugauer	155,60	1,977	43,71	90,8	6,692	1,357	0,158	0,124	0,023	99,01	1,51	97,50
42	Lugauer	128,70	0,254	50,99	92,75	5,917	0,543	0,192	0,063	0,01	99,4	0,74	98,67
43	Lugauer	73,70	2,411	32,45	91,86	5,207	0,94	0,25	0,844	0,028	98,25	1,19	97,06
44	Lugauer	85,50	1,811	67,28	96,52	2,934	0,227	0,159	0,061	0,012	99,84	0,39	99,45
45	Lugauer	98,20	3,306	49,52	91,59	6,905	0,66	0,158	0,194	0,03	99,32	0,82	98,50
46	Lugauer	65,60	2,379	31,38	90,89	6,562	0,822	0,462	0,344	0,022	98,73	1,28	97,45
47	Lugauer	132,10	2,313	67,52	96,12	2,416	0,552	0,113	0,068	0,01	99,2	0,67	98,53
48	Lugauer	114,40	1,415	76,22	98,02	1,487	0,291	0,07	0,068	0,014	99,86	0,36	99,50
49	Ebnesangeralm	222,00	1,227	86,42	97,5	2,211	0,141	0,074	0,031	0,002	99,93	0,22	99,71
50	Ebnesangeralm	244,00	0,718	40,63	91,81	4,538	0,534	0,084	2,087	0,012	96,97	0,62	96,35
51	Ebnesangeralm		0,067	86,05	96,21	3,349	0,172	0,175	0,033	0,002	99,91	0,35	99,56
52	Ebnesangeralm	315,00	-0,019	110,01	96,75	2,881	0,122	0,213	0,029	0,003	99,96	0,33	99,63
53	Sulzkarhund	293,70	2,546	75,76	97,22	1,906	0,764	0,036	0,045	0,001	99,93	0,80	99,13
54	Sulzkarhund	280,70	2,504	67,90	96,91	2,03	0,915	0,056	0,032	0	99,91	0,97	98,94
55	Sulzkarhund	168,40	2,701	66,44	96,57	2,392	0,873	0,119	0,03	0	99,96	0,99	98,97
56	Sulzkarhund	206,70	0,844	100,98	97,21	2,226	0,465	0,057	0,025	0,002	99,95	0,52	99,43
57	Sulzkaralm	225,00	2,259	62,94	96,4	2,927	0,386	0,114	0,035	0,002	99,83	0,50	99,33

