



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD  
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART  
Futterbau/Grasland



Sandro Boggia und Manuel Schneider 28. 9. 2012

---

# Schafsömmern und Biodiversität

Bericht zu Händen des Verbundprojektes AlpFUTUR

---



Forschungsanstalt ART  
Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich  
Tel. +41 44 377 71 11, Fax +41 44 377 72 01  
[www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch)

## Inhalt

1. Ziel.....	4
2. Einleitung.....	4
2.1 Ausgangslage .....	4
2.2 Schafbeweidung und Biodiversität.....	7
2.3 Problemstellung .....	7
2.4 Indikatoren für die Biodiversität.....	8
3. Zusammenhang zwischen Standort und Biodiversität.....	10
4. Zusammenhang zwischen Standort und Beweidungsintensität .....	10
5. Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität und Biodiversität .....	13
5.1 Einfluss des Standortes auf die Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität und Biodiversität .....	15
6. Einfluss von Weidesystem und Weidetierart.....	17
7. Forschungsansätze.....	18
7.1 Beweidungsexperiment.....	18
7.2 Monitoring von Beweidungsveränderungen .....	18
7.3 Flächenvergleiche.....	18
8. Folgerung und Empfehlungen für Praxis und Politik.....	20
9. Literatur .....	21

## Abbildungen

Abbildung-1: Die häufigsten Schafrassen der Schweiz: Von links nach rechts: Weisses Alpenschaf, Braunköpfiges Fleischschaf, Walliser Schwarznasenschaf, Schwarzbraunes Bergschaf.....	4
Abbildung-2: Prozentuale Änderung des Schafbestandes in den verschiedenen landwirtschaftlichen Produktionszonen 2000 bis 2010 im Vergleich zum Basisjahr 2000. ....	5
Abbildung-3: Entwicklung der Schafsömmerung nach Weidesystem ab 2003.....	6
Abbildung-4: Entwicklung der Schafsömmerung nach ausbezahlten Beiträgen, Normalstössen und Betrieben ab 2003. ....	6
Abbildung-5: Schematische Darstellung der gegenseitigen Beeinflussung von Standort, Beweidungsdruck und Vegetation.....	8
Abbildung-6: Nutzung des Höhengradienten durch Schafe im Bezug auf Aktivität (Ruheplatz, Weideplatz) und Temperatur (Tiefe, Hohe) während einer Sömmerungssaison.....	11
Abbildung-7: Unterscheidung der Bewirtschaftungsmethoden durch Standortgegebenheiten: Abgelegenhitsindex (a), Neigung (b), Höhe (c) und Habitat Diversität der Umgebung (d).....	12
Abbildung-8: (a) Auswirkung der Störungintensität auf die PflanzenArtenzahl in der subalpine-alpine Vegetationsstufe in Südtirol und (b) schematische Abbildung der „Intermediären Störungshypothese“.....	13
Abbildung-9: Wechselseitige Beziehung zwischen Beweidungsintensität (0.3-1.1), Nährstoffverfügbarkeit (1-5) und funktioneller Diversität (0.05-0.36).....	15
Abbildung-10: Artendiversität in Graslandgesellschaften in Abhängigkeit von Beweidungsintensität, Wassergehalt und Beweidungsgeschichte. ....	16

## Tabellen

Tabelle-1: Auswirkungen der Beweidungsintensität von Kühen auf Indikatoren für die Vegetationszusammensetzung (a), Bodenvariablen (b) und Indikatoren für Funktionen (c).....	14
Tabelle 2: Eigenschaften von Weidesystemen auf Schafalpen.....	17

## Zusammenfassung

Die Wirkung der Schafalpfung auf die Biodiversität wird immer wieder kontrovers diskutiert. Wir haben deshalb den gegenwärtigen Wissensstand zur Thematik zusammengetragen und nach Gründen für diese stark unterschiedlichen Beurteilungen gesucht. Aus der Literaturübersicht leiten wir drei Erfolgsfaktoren der Schafsömmerng in Bezug auf Biodiversität und Weidequalität ab: eine Weideführung, die den selektiven Frass eingeschränkt, ein dem Standort angepasster Besatz und die drohende Wiederbewaldung nach Beweidungsaufgabe.

Der selektive Frass ist die wesentliche Bestimmungsgrösse für die Wirkung der Schafalpfung auf die Biodiversität. Durch diesen selektiven Frass nimmt die Artenvielfalt ab, da einige wenige verschmähte Arten den Bestand dominieren können. Somit führt das natürliche Fressverhalten der Schafe bei unsachgemässer Weideführung zu unerwünschten Veränderungen der Vegetation und die Weidesysteme sind deshalb umso günstiger zu beurteilen, je weniger selektiven Frass sie zulassen. Somit ist die ständige Behirtung günstiger als Umtriebsweide mit zwei Wochen Besatzzeit und beide sind günstiger als Standweide.

Da die höchste Artenvielfalt meistens bei mittlerer Störungsintensität gefunden wird, ist auch bei Umtriebsweide oder ständiger Behirtung für die Biodiversität und den Erosionsschutz eine mässige Beweidungsintensität einer intensiven Bestossung vorzuziehen. Hier kommt es natürlich wesentlich auf den Standort an. Auf ehemaligen Rinder- und Kuhalpen ist eine intensivere Beweidung möglich als auf Grenzstandorten.

Zentral für eine Beurteilung der Auswirkungen der Schafsömmerng sind auch die möglichen Alternativen auf einer Fläche. Dies ist oft nicht die Beweidung mit Rindern oder eine Schnittnutzung, da diese aufgrund der Topographie, der Zugänglichkeit oder der landwirtschaftlichen Strukturen nicht möglich sind. Vielmehr ist die Alternativen zur Schafbeweidung häufig die Nutzungsaufgabe, resp. die natürliche Sukzession mit mehr oder weniger starker Wildätzung. Da durch die natürliche Sukzession die Biodiversität in den meisten Fällen nur kurzfristig ansteigt, langfristig aber sinkt, ist eine Schafbeweidung in Umtriebsweide oder mit ständiger Behirtung in Gebieten ohne Wildätzung und ohne erhöhtes Erosionsrisiko der Nutzungsaufgabe vorzuziehen.

Obwohl bekannt ist, dass verschiedene Wiedetiere und Schafrassen ein unterschiedliches Weideverhalten haben, fehlen wissenschaftliche Vergleiche weitgehend. Auch die unterschiedlichen Weidesysteme und deren Auswirkungen auf die Ökosysteme wurden bisher wissenschaftlich zu wenig untersucht. Weitere Untersuchungen mittels Beweidungsexperiment oder Flächenvergleich wären deshalb wünschenswert.

## 1. Ziel

Diese Studie soll aufzeigen, welche Erkenntnisse zur Wirkung der Schafbeweidung auf die Biodiversität aus der vorhandenen Literatur abgeleitet werden können. Sie soll zudem aufzeigen, in welchen Bereichen Wissenslücken bestehen, die wissenschaftlich aufgearbeitet werden sollten. Besonderer Fokus liegt auf der Schafsommerung und den drei Weidesystemen Standweide, Umtriebsweide und ständige Behirtung, wie sie in der Schweiz praktiziert werden (siehe Anhang 1). Das angestrebte erweiterte Wissen soll einen Beitrag leisten zur weiteren Verbesserung der Nachhaltigkeit der Schafsommerung.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Literatur beschränkt sich diese Arbeit im Wesentlichen auf die floristische Diversität, insbesondere die Artenzahl. Wo aufgrund der Quellenlage möglich, werden auch die funktionelle Diversität sowie die faunistische Diversität betrachtet.

## 2. Einleitung

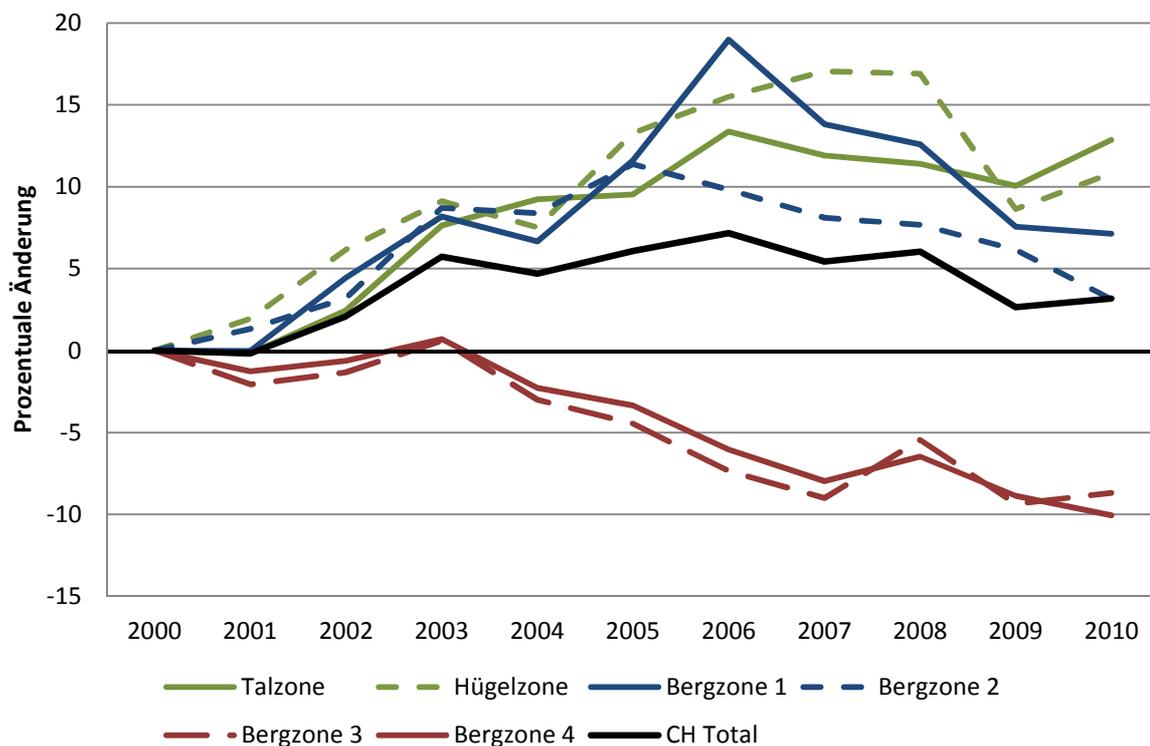
### 2.1 Ausgangslage

Der Schafbestand in der Schweiz hat sich in den letzten 50 Jahren verdoppelt (Wiedmer & Stadler 1999) und betrug im Jahr 2011 424'000 Stück. Mehr als die Hälfte des Bestandes (55%) sind Weisses Alpenschaf, 16% Braunköpfiges Fleischschaf, 16% Walliser Schwarznasenschaf und 12% Schwarzbraunes Bergschaf (Bundesamt für Statistik BFS 2010).



**Abbildung-1:** Die häufigsten Schafrassen der Schweiz: Von links nach rechts: Weisses Alpenschaf, Braunköpfiges Fleischschaf, Walliser Schwarznasenschaf, Schwarzbraunes Bergschaf.

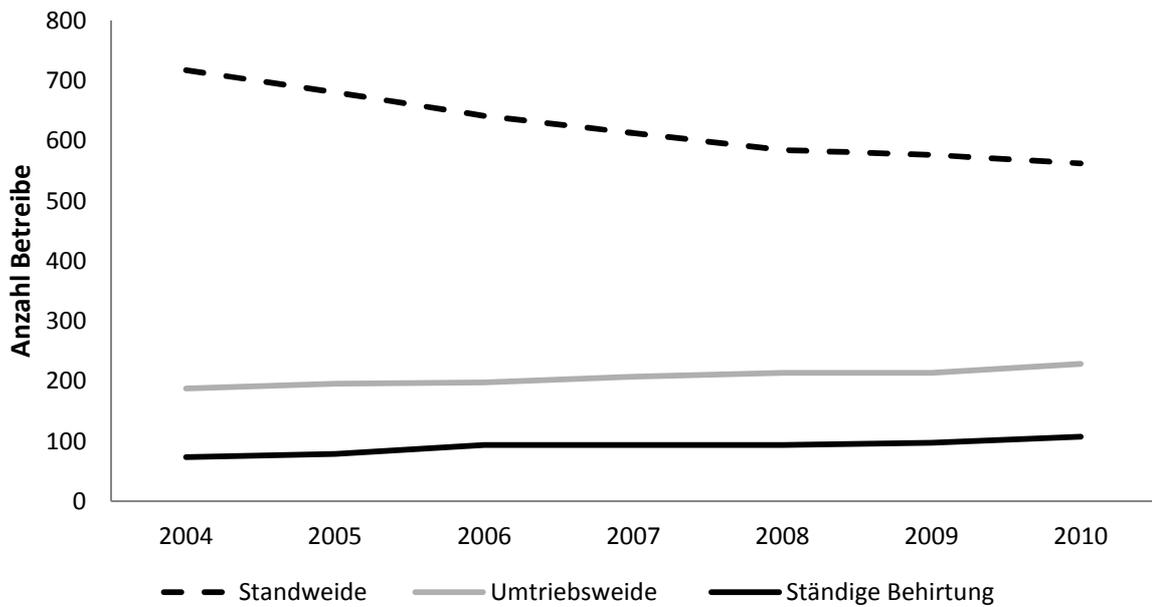
Die Schweizer Schafe werden von 9'500 Schafhaltern gehalten. Im Jahr 2011 waren 57% der Schafe in den Bergzonen 1 bis 4 zu finden, 13% in der Hügelzone und 30% in der Talzone. Während des letzten Jahrzehntes (2000-2011) nahm der Schafbestand erst zu, dann tendenziell wieder ab (Abb. 2). Die Schafzahlen haben zwischen 2000 und 2010 in den landwirtschaftlichen Zonen unterschiedlich entwickelt. In den höchstgelegenen Zonen, nämlich Bergzone 3 (-8.5%) und Bergzone 4 (-10%) haben die Bestände deutlich abgenommen. Im Gegensatz dazu hat die Schafhaltung in tiefgelegten Zonen, vor allem in der Talzone (+13%) und in der Hügelzone (+11%) zugenommen (Bundesamt für Statistik BFS 2012)



**Abbildung-2:** Prozentuale Änderung des Schafbestandes in den verschiedenen landwirtschaftlichen Produktionszonen 2000 bis 2010 im Vergleich zum Basisjahr 2000. (Quelle: Bundesamt für Statistik BFS).

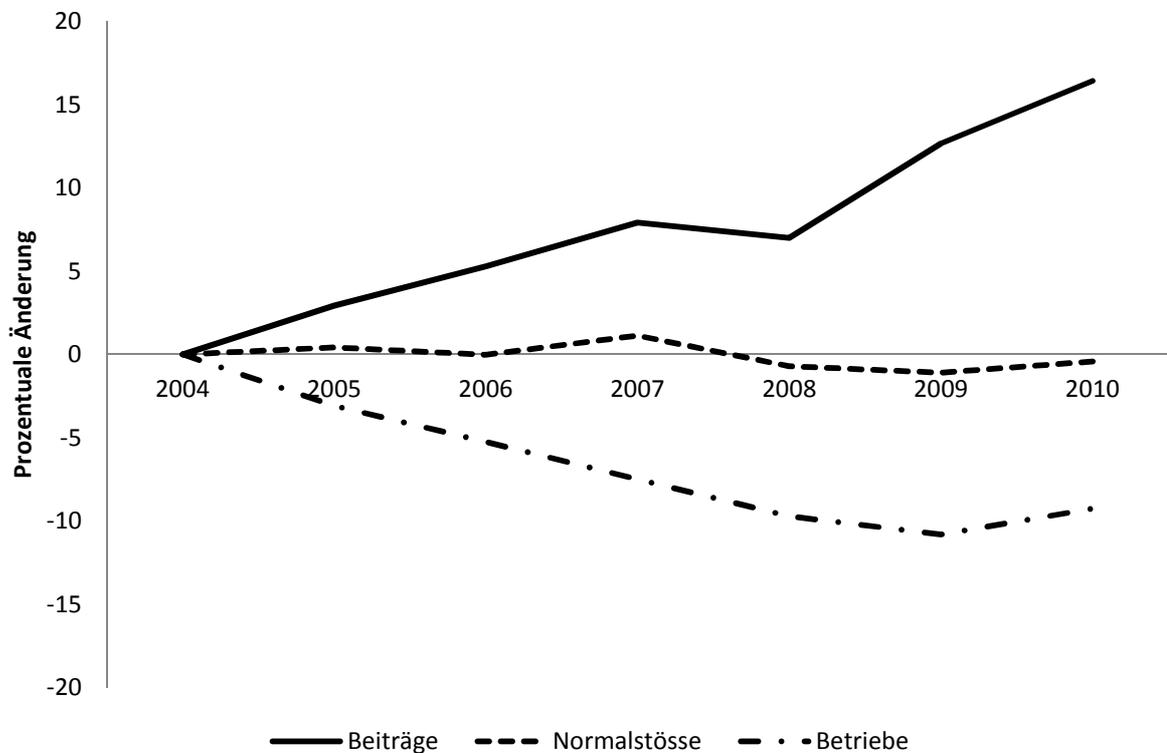
Gemäss einer Umfrage bei den Kantonen durch C. Werder wurden 2011 knapp die Hälfte der Schafe gesömmert (209'000 von 424'018). 1998 wurden noch 57% der Schafe gesömmert. Eine genauere Quantifizierung der Entwicklung der Schafsömmerng ist im Moment nicht möglich, da offiziell nur die abgegoltenen Normalstössen (NST) erhoben werden und die konkrete Ausstossung nicht berücksichtigt wird, sofern sie über 75% und unter 110% der Normalbesatzes liegt.

Die Sömmerngsbeitragsverordnung unterscheidet nach drei Weidesystemen, nämlich ständiger Behirtung, Umtriebsweide (Koppeln) und Standweiden (Anhang 1). Seit dem Beitragsjahr 2003 werden differenzierte Sömmerngsbeiträge nach Weidesystem ausgerichtet und es werden die geweideten Tiere pro Weidesystem ausgewiesen. Die Ausrichtung von differenzierten Beiträgen hat die Entwicklung der Schafsömmerng 2004-2010 stark beeinflusst. So nahm die Zahl der NST auf Standweiden um 21% ab, während die Anzahl NST unter ständiger Behirtung um 45% und auf Umtriebsweide um 21% zunahm. Die Anzahl der Betriebe mit Standweiden nahm um 155 ab während die Umtriebsweide und die ständige Behirtung von 41 respektive 34 zusätzlichen Betrieben durchgeführt werden (Abbildung 3).



**Abbildung-3:** Entwicklung der Schafsömmerng nach Weidesystem ab 2003. (Quelle: Bundesamt für Statistik BFS, Agrarberichte von 2004 bis 2010).

Obwohl die Anzahl gesömmerte Normalstösse konstant geblieben ist, haben sich zwischen 2003 und 2010 die Beiträge zur Schafsömmerng um 20% erhöht auf 5'628'000 CHF in 2010. Dies ist vor allem auf Umstellungen im Weidesystem zurückzuführen. Die Anzahl Betriebe mit Schafen sind um 8% zurückgegangen (Abbildung 4).



**Abbildung-4:** Entwicklung der Schafsömmerng nach ausbezahlten Beiträgen, Normalstössen und Betrieben ab 2003. (Quelle: Bundesamt für Statistik BFS, Agrarberichte von 2004 bis 2010).

## 2.2 Schafbeweidung und Biodiversität

Die Wirkung der Beweidung mit Schafen auf die Biodiversität wird immer wieder kontrovers diskutiert. Ein positiver Einfluss der Schafbeweidung auf die Biodiversität wurde in verschiedenen Forschungs- und Naturschutzprojekten festgestellt (Willems 1983; Hellström *et al.* 2003; Dostálek & Frantík 2008; DeGabriel *et al.* 2011). Zum Beispiel führte sowohl die Renaturierung einer halbnatürlichen Weide in Nordfinland durch Schafe als auch die Schafbeweidung in einem Heide/Gras-Mosaik im schottischen Hochland zu einer Zunahme der Anzahl Pflanzenarten unter Schafbeweidung im Vergleich zur unbeweideten Heide. In der finnischen Studie erhöhte sich die Artenzahl durch Beweidung gar um 30% im Vergleich zur unbeweideten halbnatürlichen Heide (Hellström *et al.* 2003; DeGabriel *et al.* 2011).

Andererseits wird die Schafbeweidung auch stark kritisiert. Insbesondere bei Standweide kommt es durch das selektive Weideverhalten zu starken Veränderungen der Vegetationszusammensetzung. So konnte die Vegetationszusammensetzung durch eine vollständige Aufgabe der Schafbeweidung auf übernutzten Weiden des Schafbergs Amden SG stark verbessert werden (Brülisauer *et al.* 2004). Auch Massnahmen mit dem Ziel, die Produktivität der Weide zu erhöhen (z.B. Düngung), können zu einem Verlust der Artenvielfalt führen (Bezák & Halada 2010). Allerdings kann in sehr nährstoffarmen Beständen durch die Düngung die Artenzahl auch steigen (Laliberté & Tylianakis 2011).

Diese starken Unterschiede in der Beurteilung der Wirkung der Schafbeweidung auf die Biodiversität können auf folgende Gründe zurückgeführt werden:

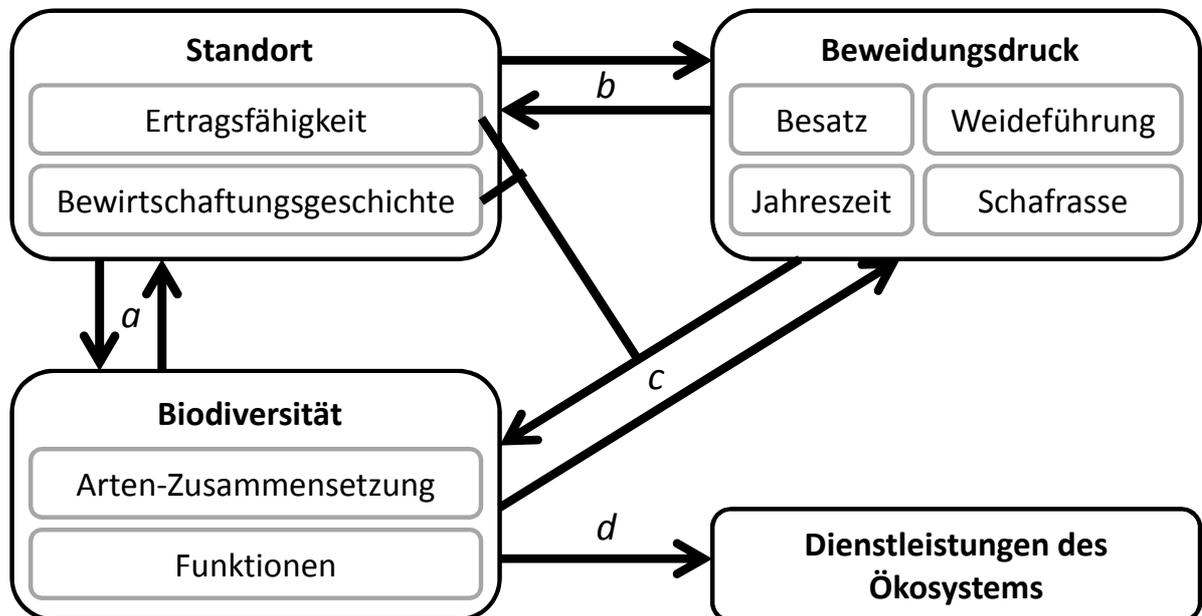
- Unterschiede zwischen den untersuchten Standorten: Die Reaktion der Vegetation auf die Schafbeweidung ist abhängig von den Standortbedingungen. Nicht alle Vegetationstypen sind gleich empfindlich auf die Schafbeweidung. Versuchsergebnisse, welche für einen bestimmten Standort und/oder Vegetationstyp gelten, können nicht ohne weiteres auf einen anderen übertragen werden.
- Unterschiede im Weidesystem: Da das Weidesystem und dessen effektive Ausgestaltung wesentlichen Einfluss auf die Wirkung der Schafbeweidung hat, können Studien mit verschiedenen Weidesystemen unter Umständen kontrastierende Effekte zeigen.
- Unterschiedliche Vergleichsreferenzen: Eine positive oder negative Beurteilung der Schafbeweidung hängt wesentlich davon ab, mit welcher Alternative sie verglichen wird. Ein Vergleich einer Beweidung mit Schafen mit der gänzlichen Nutzungsaufgabe und nachfolgender Wiederbewaldung wird wesentlich anders ausfallen als ein Vergleich der Schafbeweidung mit der Beweidung durch andere Tierarten.
- Unterschiedlicher Beweidungsdruck: Die Wirkung der Schafsömmernung auf die Vegetation ist wesentlich abhängig vom Beweidungsdruck. Verschiedene Studien unterscheiden sich im Beweidungsdruck und sind so schwer miteinander vergleichbar.
- Unterschiedliche Bemessungsgrößen für die wesentlichen Einflussgrößen und Zielgrößen: Verschiedene Studien quantifizieren die Beweidungsintensität unterschiedlich, z.B. durch explizite Beobachtung der Aufenthaltsdauer und Aktivität der Tiere oder durch Rückschlüsse aus der Vegetation. Auch die Biodiversität wird in verschiedenen Studien unterschiedlich erhoben. So kann z.B. eine Beweidung die kleinräumige Artenvielfalt senken aber durch zusätzliche Heterogenität die Biodiversität auf grösserer Skala erhöhen.

## 2.3 Problemstellung

Menschliche Aktivitäten in der Landwirtschaft verursachen direkt durch Düngung und Mähen oder indirekt durch die Haltung von Weidetieren eine Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse in Pflanzengesellschaften und dadurch eine Veränderung der Flora und Fauna. Diese führt im Extremfall zur Zuwanderung und Etablierung neuer Arten und/oder dem Aussterben von bereits vorkommenden Arten (Pärtel *et al.* 2005). Diese Änderungen können, im positiven wie im negativen Sinne, die Dienstleistungen des Ökosystems wie zum Beispiel seine Beiträge an Nahrungsmittelproduktion, Bodenbildung, Schutz oder Erholung beeinflussen.

Die Auswirkung der Schafbeweidung auf die Pflanzengesellschaften und auf die Artenvielfalt hängt

von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Besonders wichtig sind Beweidungszeitpunkt, Beweidungsdauer und Besatz sowie Standort, Tierart und Schafrasse. Die komplexen und zum Teil nichtlinearen Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren erschweren das Verständnis ihrer relativen Bedeutung für die Biodiversität. In der Abbildung sind die Beziehungen zwischen Beweidungsdruck, Standort und Biodiversität dargestellt (Abbildung-5).



**Abbildung-5:** Schematische Darstellung der gegenseitigen Beeinflussung von Standort, Beweidungsdruck und Vegetation.

Der Standort bestimmt durch seine Eigenschaften, z.B. die Bodenverhältnisse, die Topographie und die klimatischen Bedingungen, die Verfügbarkeit von Wachstumsressourcen und damit wesentlich die Vegetationszusammensetzung. Die Vegetation kann auch die Standortseigenschaften verändern, z.B. durch Stickstofffixierung oder durch die Produktion schwer abbaubarer Streue (a). Der Beweidungsdruck hängt ab vom Besatz, der Weideführung, dem Zeitpunkt in der Saison und von der Schafrasse. Die Eigenschaften des Geländes und die Bodeneigenschaften bestimmen das Verhalten der Schafe und damit den Beweidungsdruck. Umgekehrt kann die Beweidung auch Eigenschaften des Standortes verändern, wie z.B. den Anteil an offenem Boden oder die Bodenverdichtung durch den Tritt (b). Der Beweidungsdruck hat ebenfalls Einfluss auf die Vegetation, vor allem die Besatzzeit, welche bestimmt wie stark die Schafe Futter selektieren können. Der Einfluss des Beweidungsdrucks auf die Vegetation ist wesentlich von der Ertragsfähigkeit der Weide und der Beweidungsgeschichte abhängig (c). Schlussendlich hat jede Änderung der Vegetationszusammensetzung eine Wirkung auf die Dienstleistungen des Ökosystems (d).

Diesen Beziehungen sind zum Teil in publizierten Forschungsprojekten untersucht worden, auf welche im Folgenden näher eingegangen werden soll.

## 2.4 Indikatoren für die Biodiversität

Die Biodiversität ist ein komplexer Begriff, weil die Biodiversität durch eine Vielfalt von Konzepten wie Ökosystemdiversität, Artendiversität und genetische Diversität definiert ist (Duelli & Obrist 2003). Da die Biodiversität an sich nicht messbar ist, wird sie zwingend durch Indikatoren abgebildet. Geeignete Indikatoren sollten idealerweise linear korreliert sein mit der Biodiversität an sich (Duelli & Obrist 2003).

Die Indikatoren für die Biodiversität können in Indikatoren für die Zusammensetzung und Indikatoren für die Funktionen unterteilt werden. Indikatoren für die Zusammensetzung fokussieren auf die Identität und die Vielfalt von Arten oder Lebensgemeinschaften. Im Gegensatz dazu beschreiben Indikato-

ren für Funktionen die Vielfalt von funktionalen Merkmalen von Arten oder Lebensgemeinschaften (de Bello *et al.* 2010). Der direkte (durch Frass oder Trampeln) und indirekte (durch Nährstoffeingabe oder Erosion) Einfluss der Beweidung betrifft sowohl die Indikatoren für die Zusammensetzung als auch die Funktionen (Scohier & Dumont 2012; Peco *et al.* 2012). Beide Arten von Indikatoren liefern wichtige Informationen über den Einfluss der Störungsintensität, aber sie stimmen nicht immer überein (Villéger *et al.* 2010). Der Einsatz von beiden Indikatorkategorien scheint deswegen notwendig, um die tatsächliche Einfluss der Schafsömmernung auf die Biodiversität zu erfassen.

Die Indikatoren für die Arten-Zusammensetzung umfassen sowohl Diversitäts-Messzahlen (Artenzahl, Shannon-Index) als auch gewichtete Artenlisten (gefährdete oder häufigste Arten). Der klassische Indikator der Biodiversität ist die Artenzahl, nämlich die Anzahl der Taxa. Die Artenzahl wird oft als Indikator der allgemeinen Diversität herangezogen. Obwohl die Artenzahl sehr häufig benutzt wird, ist die Verwendung mit einigen Nachteilen verbunden. Erstens wird der Status einer Art nicht berücksichtigt. Weitverbreitete Arten haben beispielsweise den gleichen Wert wie gefährdeten Arten oder invasiven Neophyten. Aus diesem Grund korreliert die Anzahl von Arten in einer ökologischer Lebensgemeinschaft nicht immer mit deren Naturschutzwert (de Bello *et al.* 2010). Gerade im Alpgebiet kommen Pflanzengesellschaften vor (z.B. in Hochmooren, Quellfluren oder Felsformationen), welche hohe ökologische Relevanz für spezialisierte Arten haben, aber eine relativ tiefe Artenzahl aufweisen. Weiter ist die Artenzahl abhängig von der Fläche, auf welcher sie erhoben wurde. Dies kann den Vergleich zwischen wissenschaftlichen Studien erschweren (Olf & Ritchie 1998; de Bello, Lepš, & Sebastià 2007). Um die Pflanzengesellschaft richtig zu bewerten, wird empfohlen, die Art-Areal Kurve (d.h. die Zunahme der Artenzahl mit der Zunahme der Grösse der Beprobungsfläche) zu erheben, wobei zu beachten ist, dass die Art-Areal-Kurve abhängig von der untersuchten Pflanzengesellschaft ist. Überdies kann die Artenzahl wenig sensitiv auf Bewirtschaftungs- oder Strukturänderungen reagieren. Auch eine Änderung der Artenzusammensetzung ist nicht unbedingt sichtbar mit der Messung der Artenzahl (Fischer & Wipf 2002; Pueyo, Alados, & Ferrer-Benimeli 2006).

Indikatoren für die funktionelle Diversität setzen den Schwerpunkt auf die funktionellen Merkmale einer Gemeinschaft statt auf die taxonomischen Unterschiede. Diese Indikatoren sind nicht wie Indikatoren aus einer Artenliste von den Besonderheiten des Standortes abhängig, sondern können auf ähnliche Standorte übertragen und verhältnismässig schnell bemessen werden (Vandewalle *et al.* 2010). Die Indikatoren für die funktionelle Diversität können deswegen für die Messung der Beweidungsintensität eingesetzt werden (de Bello *et al.* 2010). Bei einer Änderung der Beweidungsintensität ändert die funktionelle Diversität schneller als die Artenzahl (Scimone *et al.* 2007). Zum Beispiel wird der Verbiss von *Pyrola minor* und *Rumex acetosa* als Indikator für den allgemeinen Beweidungsdruck vorgeschlagen, da diese Arten nur bei hoher Beweidungsintensität von Schafen gefressen werden (Evju *et al.* 2006).

### 3. Zusammenhang zwischen Standort und Biodiversität

Die Eigenschaften des Standorts haben Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Graslandfläche und die dort lebende Fauna. Da es im Alpenraum natürlicherweise sehr wenige offene Graslandflächen gibt, ist der Einfluss des Standortes sehr oft mit der Beweidung oder einer anderen landwirtschaftlichen Nutzung gekoppelt. In beschreibenden Studien kann deshalb der Einfluss des Standortes nur schwer vom Einfluss der Bewirtschaftung getrennt werden (siehe Kapitel 7 Forschungsansätze), insbesondere wenn die Beweidungsintensität nicht quantitativ erfasst wird. Eine Studie über zwölf Regionen in der Schweiz zeigt die Zusammenhänge zwischen der Artenzahl, der Abgelegenheit, der Höhe, der Neigung und der Habitat-Diversität (Kampmann *et al.* 2008). Die Autoren finden starke Einflüsse dieser Variablen auf die Artenzahl aber auch auf die Bewirtschaftung. Lüth *et al.* (2011) untersuchten mehr als 1500 Vegetationsaufnahmen aus der Literatur und fanden, dass vor allem die Neigung einen bedeutsamen Einfluss auf die Artenzahl hat. Lüth *et al.* (2011) vermuten deshalb, dass in steilem Gelände die Bewirtschaftungsintensität niedriger als in flachem Gelände ist und deshalb die Artenzahl in steilen Flächen höher ist als in flachen.

### 4. Zusammenhang zwischen Standort und Beweidungsintensität

Die Standorteigenschaften haben einen wichtigen Einfluss auf die Beweidungsintensität. Der Begriff „Intensität“ beinhaltet sowohl eine zeitliche als auch eine räumliche Komponente. Die Beweidungsintensität entspricht der Anzahl Tiere pro Fläche (Besatz) und pro Zeit. Eine Einschränkung der Fläche oder eine Verlängerung der Beweidungsdauer kann die Beweidungsintensität deutlich ändern.

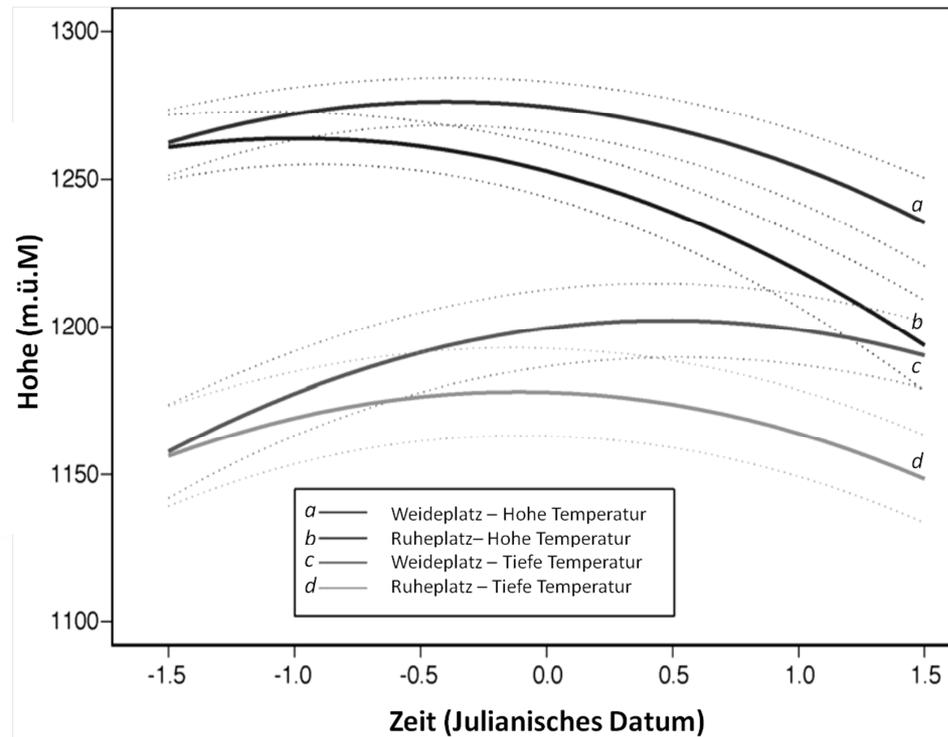
Schafe zeigen ein stark selektives Weideverhalten, sowohl in Bezug auf die Flächennutzung, als auch in Bezug auf die verbissenen Pflanzenarten. Frei weidende Schafe nutzen die Weidefläche ungleichmässig mit örtlicher Übernutzung und Erosionsförderung währendem andere Gebiete stark unternutzt werden (Wiedmer & Stadler 1999). Oft werden die oberen Teile der Weide viel stärker beweidet als die tiefer liegenden. Obwohl dieses Verhalten seit langem bekannt ist, findet sich in der Literatur keine ausführliche Erklärung des Phänomens. Praktiker äussern oft die Vermutung, dass das Angebot an jungem Futter sowie das kühlere Klima die Schafe nach oben treiben.

Der Einfluss der Beweidungsintensität auf die Flächennutzung auf einer Gebirgsweide wurde in einem Experiment in Südnorwegen detailliert untersucht. In diesem Langzeit-Experiment waren die Schafe bei verschiedenem Besatzdichten (Keine Schafe, 0,25 Schafe  $\text{ha}^{-1}$ , 0,8 Schafe  $\text{ha}^{-1}$ ) entlang eines Hanges durch Zäune verteilt. Die Grösse der Parzellen erlaubte, dass sich die Schafe frei bewegen konnten und ihr Verhalten nicht vom Zaun beeinflusst wurde.

Es zeigte sich, dass die Höhenverteilung der Schafe wesentlich von der Jahreszeit (Phänologie) und vom Wetter (Temperatur) jedoch nicht von der Besatzdichte beeinflusst wurde (Mysterud, Iversen, & Austrheim 2007). Neben dem fehlenden Einfluss der Besatzdichte auf die Höhenverteilung zeigte das Schafverhalten zwei weitere interessante Muster. Erstens wurde der Unterschied zwischen der Höhe der Ruheplätze und der Weideplätze im Verlauf der Saison grösser und zweitens migrierten die Schafen nach unten am Ende des Sommers (Abb. 6). Dies könnte dadurch erklärt werden, dass die Schafe unten eine höhere Futterpflanzenbiomasse am Ende der Saison vorfanden.

Dies Verhalten scheint auch in der Schweiz gültig zu sein und wurde durch ein Monitoring mit GPS auf der Alp Weissenstein (2026 m.ü.M.) in Kanton Graubünden weitgehend bestätigt. 15 Schafen wurden mit GPS Empfängern ausgerüstet und von Ende Juni bis September während 11 Wochen beobachtet. Die Tiere weideten 11 Stunden täglich und wurden jeden Abend zurück in den Stall getrieben. Die Tiere habe sich gegen die Mitte des Sommers häufiger in der alpine Stufe (Wochen 6-8: 70%) als am Anfang (Wochen 3-5: 40%) und am Ende (Wochen 9-11: 50%) der Sömmerungsperiode aufgehalten (Leiber *et al.*). Während der verbleibenden Zeit sind die Schafe in der subalpine Stufe geblieben. Das Monitoring mit GPS hat gleichzeitig auch Ziegen beobachtet. Dabei verbrachten die Ziegen viel weniger Zeit in der alpinen Stufe. Das Verhalten des Schafe war nicht nur durch den Ernährungswert der Pflanzengesellschaften gesteuert, weil die Tiere die Pflanzengesellschaften mit dem höchsten Ernährungswert nie aufsuchten (Leiber *et al.*). Beide erwähnten Studien haben ein ähnliches Verhalten beo-

bachtet, das weder von besseren Ernährungsmöglichkeiten noch von der Dichte der Schafe beeinflusst wird (Mysterud *et al.* 2007; Leiber *et al.*). Allerdings sind bisher noch keine Studien vorhanden, welche dieses Verhalten ausführlich untersuchen.



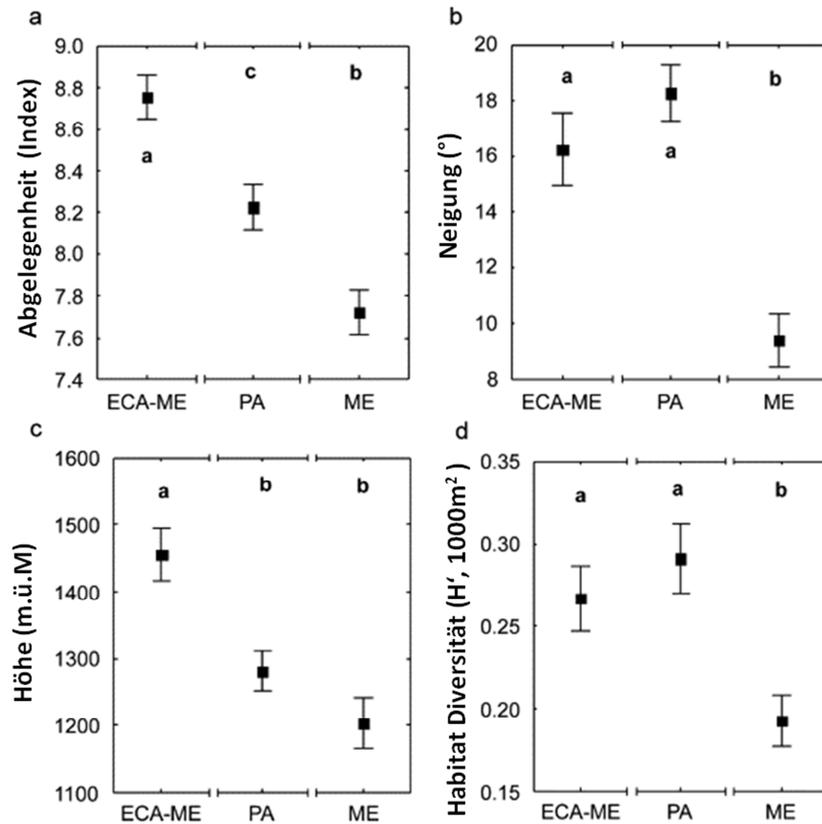
**Abbildung-6:** Nutzung des Höhengradienten durch Schafe im Bezug auf Aktivität (Ruheplatz, Weideplatz) und Temperatur (Tiefe, Hohe) während einer Sömmerungssaison. Angepasst aus Mysterud *et al.* (2007).

In der Studie von Kampmann *et al.* (2008) können mittels der Standortgegebenheiten verschiedene Bewirtschaftungsmethoden unterschieden werden (Abbildung-7). In der Untersuchung wurden die Bewirtschaftungsmethode in drei Kategorien unterteilt: Konventionell bewirtschaftete Wiesen (ME: 2-6 Schnitte, Düngung), Ökologische Ausgleichflächen (ECA-ME Später erster Schnitt, limitierte Düngung) und Dauerweiden (PA) (Kampmann *et al.* 2008). Die Neigung (*b*) und die Höhe (*c*) und die Habitat-Diversität der Umgebung (*d*) sind gute Faktoren, um die Bewirtschaftungsmethoden zu unterscheiden. Der beste diskriminierende Faktor ist aber der Abgelegenhetsindex (*a*), ein Index, der die Erreichbarkeit der Fläche in Bezug auf die Entfernung, die Neigung und die Strassenqualität quantifiziert. Lüth *et al.* (2011) in den Ostalpen und Niedrist *et al.* (2009) in den Zentralalpen bestätigen, dass die Neigung eng mit der Beweidungsintensität (nach Befragung abgeschätzt) korreliert ist. Steilhänge sind wenig intensiv beweidet im Vergleich zu ebenen Flächen (Niedrist *et al.* 2009).

Die Beweidungsintensität beeinflusst den Standort direkt (z.B. durch Tritt) oder indirekt (z.B. durch die Pflanzengesellschaft). Häufigste Folge davon ist oft eine abnehmende Bodenbedeckung, welche negativ korreliert ist mit einer zunehmenden Intensität. In trockenen Steppen in der Mongolei gibt es zwischen nicht beweideten und stark beweideten Flächen eine Abnahme von über 40% der Bodenbedeckung (Schönbach *et al.* 2011). Auch bei der Kuhbeweidung in den Alpen in Graubünden wurde eine Zunahme der offenen Bodenoberfläche festgestellt, wenn die Beweidungsintensität von sehr gering zu gering zunahm (Fischer & Wipf 2002). In einem mediterranen Grasland hingegen fanden Peco *et al.* 2012 keine Unterschiede im Anteil offener Boden zwischen nicht beweideten und Flächen mit geringer Schaf- und Kuhbeweidung.

Eine geringere Bodenbedeckung führt zu einer Erhöhung des Erosionspotentials. Die Bedeutung der Beweidungsintensität für die Erosion wird aber von Stadler und Widmer (1999) relativiert. Sie behaupten, dass „bewirtschaftungsbedingte Erosionen in den beobachteten Schafalpen in erster Linie mit der

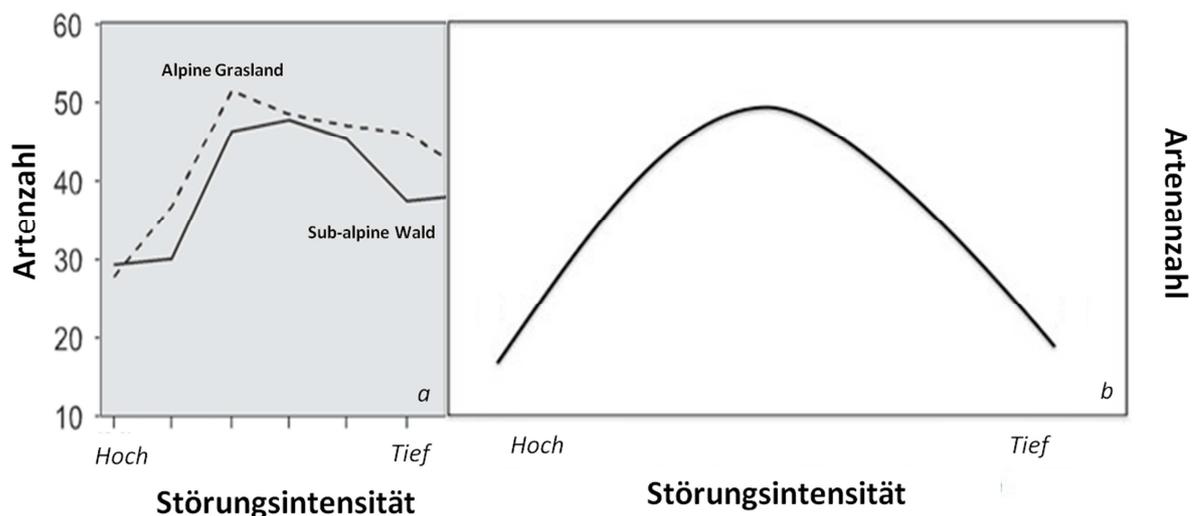
Beweidung ungeeigneter Standort und/oder mit unangepassten Weidesystem zusammenhängen und erst in zweiter Linie mit einer Überbestossung“. Das spezielle Orts- und Fressverhalten der Schafe verstärkt bei unkorrekter bzw. den Verhältnissen nicht angepasster Weideführung örtlich das natürlich vorhandene Erosionsrisiko. Für Erosion empfindliche Flächen wie Flächen mit Lockersubstrat als Untergrund sind von der Beweidung auszuschliessen (Wiedmer & Stadler 1999). Zusätzlich verstärken sowohl hohe Boden- und Luftfeuchte als auch Hänge auf Kalkgeröll die negativen Wirkungen der Beweidung beträchtlich.



**Abbildung-7:** Unterscheidung der Bewirtschaftungsmethoden durch Standortgegebenheiten: Abgelegtheitsindex (a), Neigung (b), Höhe (c) und Habitat Diversität der Umgebung (d). Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichnet. ECA-ME: Ökologische Ausgleichflächen, ME: Konventionell Bewirtschaftete Wiesen, PA: Dauerweiden. Angepasst aus Kampmann et al. (2008).

## 5. Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität und Biodiversität

Der Einfluss der Schafe auf die Flora und Fauna hängt wesentlich ab von der Intensität der Beweidung. Die Beziehung zwischen der Artenzahl und der Intensität der Beweidung stimmt häufig mit der „Intermediären Störungs-Hypothese“ überein. Die Hypothese besagt, dass die Diversität von Pflanzen und Tieren bei mittlerer Störungsintensität am höchsten ist (Grime 1973; Horn, Cody & Diamond 1975; Connell 1978), während bei einer hohen und einer tiefen Störungsintensität die Artenzahl sinkt (Abbildung-8). Dies bedeutet, dass sowohl die Nutzungsaufgabe als auch die Intensivierung zu einer niedrigeren Anzahl an Pflanzenarten und potentiell zu einem Verlust an Biodiversität führen kann (Luto, Pykälä, & Kuussaari 2003; Peco *et al.* 2005; Baur *et al.* 2007; Dupré & Diekmann 2008; Niedrist *et al.* 2008). Das Ausmass der Beziehung ist von den Standorteigenschaften des Graslandes abhängig (Cingolani, Noy-Meir, & Díaz 2005). Beobachtungen in den Alpen zeigen, dass in ebenen Flächen vor allem artenarme Pflanzengesellschaften mit intensiver Bewirtschaftung vorkommen. Im Gegensatz dazu ist in steilen Flächen die Intensität der Bewirtschaftung gering und die Pflanzengesellschaften entsprechend artenreicher (Niedrist *et al.* 2008; Lüth *et al.* 2011). Die artenreichsten Flächen befinden sich in nicht gedüngten alpinen Weiden oder Flächen, welche seit kurzem nicht mehr bewirtschaftet werden. Zusätzlich relativiert die Untersuchung die Wirkung der Höhe auf die Artenvielfalt (Lüth *et al.* 2011).



**Abbildung-8:** (a) Auswirkung der Störungsintensität auf die PflanzenArtenzahl in der subalpine-alpine Vegetationsstufe in Südtirol angepasst aus Tasser & Tappeiner (2002) und (b) schematische Abbildung der „Intermediären Störungs-Hypothese“.

Oft verändert eine Änderung der Beweidungsintensität die Abundanz von Arten schneller als die Artenzahl (Scimone *et al.* 2007; Scohier & Dumont 2012). Deshalb führen Veränderungen in der Beweidungsintensität nicht immer zu einer signifikanten Änderung der Artenzahl, vor allem bei geringer Intensität (Fischer & Wipf 2002). Indikatoren von Funktionen oder Bodenvariablen können empfindlicher auf Bewirtschaftungsänderungen reagieren als die Artenzahl (Pueyo *et al.* 2006).

Ein Beispiel dafür ist einer Studie über den Einfluss einer reduzierten Beweidungsintensität durch Kühe auf die Artzusammensetzung artenreicher subalpiner Weiden (Peco *et al.* 2012). Dabei wurden zwei Stufen von Beweidungsintensität (sehr gering und gering) verglichen. Einige Indikatoren für Funktionen, nämlich der prozentuale Anteil an verholzten Arten, der Anteil Leguminosen und die Bodenbedeckung durch verholzte Arten zeigten signifikante Änderungen, die durch Indikatoren für die Zusammensetzung nicht nachgewiesen wurden (Tabelle 1). Zusätzlich war der Anteil an offenem Boden auch ein guter Indikator für die Beweidungsintensität. Dies im Widerspruch zu einer spanischen Untersuchung, welche keinen Unterschied im Anteil an offenem Boden zwischen beweideten und

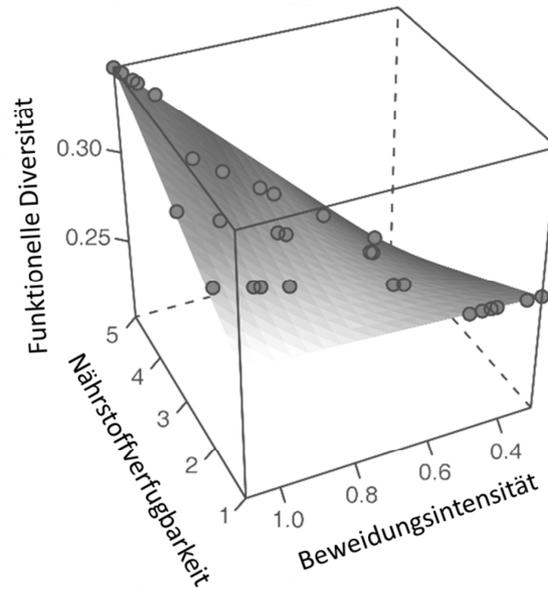
nicht beweideten Flächen zeigte (Peco *et al.* 2012).

**Tabelle-1:** Auswirkungen der Beweidungsintensität von Kühen auf Indikatoren für die Vegetationszusammensetzung (a), Bodenvariablen (b) und Indikatoren für Funktionen (c). Angepasst aus Fischer & Wipf (2002).

Parameter	Beweidungsintensität		Signifikanz	
	Sehr gering	Gering		
Artenzahl	a	52.8	51.9	Keine
Offener Boden (%)	b	3.93	8.75	P<0.05
Verholzte Arten (%)	c	9.8	5.43	P<0.05
Leguminosen (%)	c	5.09	7.61	P<0.05
Bedeckung verholzte Arten (%)	c	16.7	4.38	P<0.05

Zusätzlich zeigten Austrheim *et al.* (2008) in einer Studie über die Auswirkung von der Beweidungsintensität von Schafen in einem alpinen Ökosystem in Norwegen, dass Pflanzenarten kontrastierende Antworten bezüglich der Beweidungsintensität haben können. Die gemessene Häufigkeit der Pflanzenarten, die bei hoher Beweidungsintensität abnehmen, nimmt bei einer niedrigen Beweidungsintensität grundsätzlich zu und umgekehrt (Austrheim *et al.* 2008). Bei höherer Beweidungsintensität nehmen fünf Kräuterarten ab, darunter *Solidago virgaurea*, *Melampyrum sylvaticum* und drei Gräserarten nehmen zu, darunter *Poa alpina* und *Phleum sylvaticum*. Zwei Arten der Zwergsträucher nehmen ab, *Salix glauca* und *Vaccinium uliginosum* während zwei andere zwei Zwergstrauch-Arten zunehmen, nämlich *Betula nana* und *Juniperus communis*.

In einem Langzeit-Experiment (27 Jahre) in Neuseeland haben Laliberté & Tylianakis (2011) ebenfalls den Einfluss der Beweidungsintensität und der Nährstoffverfügbarkeit auf die funktionelle Diversität untersucht. In diesem Experiment wurde die Nährstoffverfügbarkeit durch fünf verschiedene Düngungsbehandlungen mit Phosphor/Schwefel Dünger (von 1 bis 5) die Beweidung mit drei Besatzdichten verändert (Verhältnis 2:3:4) was eine Beweidungsintensität als Anteil der Nettoprimärproduktion zwischen 0.3 bis 1.1 ergab. Die funktionelle Diversität wurde mit fünf Parametern geschätzt, nämlich Spezifische Blattfläche, Trockensubstanzgehalt, Stickstoffkonzentration, Schwefelkonzentration, Phosphorkonzentration (Werten zwischen 0.05-0.36). Die Beweidungsintensität hatte eine positive Einfluss auf die funktionelle Diversität, aber die Stärke der Wirkung war von der Produktivität des verfahrens abhängig (Laliberté & Tylianakis 2011). Die Beweidungsintensität hat im Verfahren mit der geringsten produktivität die kleinste Wirkung auf die funktionelle Diversität. Die Wirkung der Beweidungsintensität auf die funktionelle Diversität nahm mit zunehmender Intensität zu (Abbildung-9).

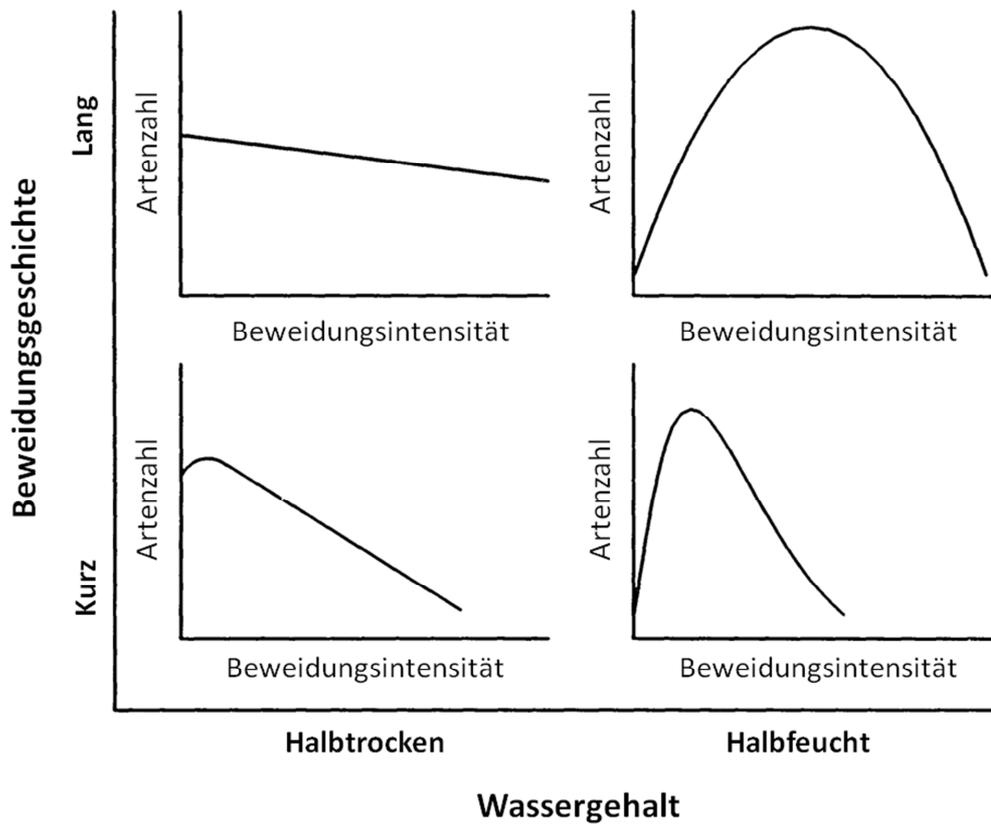


**Abbildung-9:** Wechselseitige Beziehung zwischen Beweidungsintensität (0.3-1.1), Nährstoffverfügbarkeit (1-5) und funktioneller Diversität (0.05-0.36). Alle drei Parameter sind einheitslos. Angepasst aus Laliberté & Tylianakis (2011).

## 5.1 Einfluss des Standortes auf die Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität und Biodiversität

Der Einfluss der Beweidungsintensität auf die Biodiversität ist auch von den Standorteigenschaften abhängig. Die wichtigsten Standorteigenschaften sind die Verfügbarkeit von Wachstumsressourcen und die Bewirtschaftungsgeschichte (Milchunas & Lauenroth 1993). Beide Parameter beeinflussen das Gleichgewicht (Intermediäre Störungs-Hypothese) zwischen Artenzahl und Beweidungsintensität (Milchunas, Sala, & Lauenroth 1988). Die Gestalt der Kurve ist vielfältig. In schwach produktiven Standorten ist die Artenzahl negativ mit der Beweidungsintensität korreliert, während in stark produktiven Standorten die Artenzahl nicht negativ oder sogar positiv mit der Beweidungsintensität korreliert ist. Die Wirkung der Produktivität auf die Beziehung zwischen Beweidung und Artenzahl ist weltweit und für verschiedene Ökosysteme gültig (Proulx & Mazumder 1998; Olofsson, Moen, & Oksanen 2002; Baur *et al.* 2007). Auch in der Schweiz scheint der unterschiedliche Einfluss der Beweidungsintensität auf die Pflanzengesellschaften gültig zu sein. In einer Untersuchung über die floristische Änderung während drei Jahrzehnten zeigten sich nährstoffarme Wiesen labiler gegenüber einer Intensivierung der Bewirtschaftung im Vergleich zu nährstoffreichen Wiesen (Peter *et al.* 2008, 2009). Die Intensivierung der Beweidung auf nährstoffarmen Standorten kann zu einem drastischen Verlust der Artenzahl führen (Peter *et al.* 2008, 2009).

Die Beweidungsgeschichte beeinflusst die Wirkung der Beweidungsintensität folgendermassen: die Pflanzengesellschaften, die eine lange Beweidungsgeschichte erlebt haben, sind weniger empfindlich auf einer Erhöhung der Beweidungsintensität, weil sie sich während längerer Zeit anpassen konnten. Im Gegenteil dazu haben Pflanzengesellschaften mit einer kurzen Beweidungsgeschichte eine kleinere Beweidungsresistenz. Die Schwierigkeit, die vergangene Beweidungsgeschichte zu beurteilen, limitiert aber häufig die praktische Anwendung dieses Faktors (Oosterheld & Semmartin 2011).



**Abbildung-10:** Artendiversität in Graslandgesellschaften in Abhängigkeit von Beweidungsintensität, Wassergehalt und Beweidungsgeschichte. Angepasst aus Oosterheld & Semmartin 2011.

Zusätzlich ist die Wirkung der Beweidung auf die Vegetation und Boden abhängig vom Gelände, den verschiedenen geologischen Unterlagen, der Ausdehnung der Alp sowie von den verschiedenen Lokal- und Mikroklimata und den bevorzugten Aufenthaltsorten der Schafe (Wiedmer & Stadler 1999).

## 6. Einfluss von Weidesystem und Weidetierart

Der selektive Frass ist zentrales Element des Effekts der Beweidung auf die Biodiversität. Grundsätzlich nimmt die Artenvielfalt durch den selektiven Frass ab, da einige wenige verschmähte Arten den Bestand dominieren können. Auf Schafweiden sind die ungenutzten Arten gut beobachtbar. Es sind dies vor allem Gräser (z.B. *Nardus stricta*, *Deschampsia caespitosa*, ...) und einzelne Kräuter (z.B. *Alchemilla vulgaris*, *Alchemilla conjuncta*).

Grundsätzlich ist ein Weidesystem umso günstiger zu beurteilen, je weniger selektiver Frass es zulässt. Somit ist eine gut geführte ständige Behirtung durch einen erfahrenen Hirten günstiger als eine Umtriebsweide mit zwei Wochen Besatzzeit. Bei beiden Systemen kommt es auch wesentlich auf die Umsetzung an. Zentraler Erfolgsfaktor der ständigen Behirtung ist die Erfahrung des Hirten, die Vegetation zu lesen und die Schafe zu führen. Bei der Umtriebsweide sind zwei Wochen die obere Limite der Besatzzeit, kürzere Besatzzeiten sind klar vorzuziehen. Am schlechtesten schneidet die Standweide ab, da der selektive Frass nicht durch Weidewechsel eingeschränkt wird.

Die in Tabelle 1 gezeigte summarische Einschätzung durch Wiedmer & Stadler (1999), dass die Umtriebsweide gegenüber der Standweide die floristische Vielfalt erhöht wird gestützt durch neuere experimentelle Resultate aus dem Wallis. Meisser und Chatelain (2010) zeigen, dass sich im Beweidungsexperiment auf Alp Niven VS die Umstellung von Standweide auf Umtriebsweide vorteilhaft auf die pflanzliche Biodiversität auswirkt. Die Artenzahlen nahmen um durchschnittlich 4% zu. Da nur diese Umstellung untersucht wurde, lässt sich nichts darüber aussagen, wie sich z.B. die Beweidung mit anderen Schafrassen oder Tieren oder aber die Beweidungsintensität auswirken.

**Tabelle 2:** Eigenschaften von Weidesystemen auf Schafalpen. Angepasst aus Wiedmer & Stadler (1999).

Ökologische und wirtschaftliche Nachhaltigkeit	Weidesystem	Aufenthalt in der gleichen Weidefläche	Selektion	Übernutzung (örtlich)	Unternutzung (örtlich)	Weideführung mit
Gegeben	Durchzugsherde	1 bis 2 Tage	Keine	Keine	Keine	Hirt mit Hunden
Erfüllt	Umtriebsweide intensive	1 Woche	Wenig	Kaum	Kaum	Zäune oder Hirt
+/- Erfüllt	Umtriebsweide mässig intensive	2 -3 Wochen	Mässig	Mässig	Mässig bis deutlich	Zäune oder Hirt
Mittel und Langfristig nicht gegeben	Standweide	Länger als 3 Wochen	Deutlich bis extrem	Deutlich bis extrem	Deutlich bis extrem	Keine Weideführung trotz eventueller Hirschaft

Bisher fehlen systematische experimentelle Vergleiche zwischen Rassen und Tierarten in unterschiedlichen Weidesystemen und deren Auswirkungen auf die Ökosysteme vollständig, obwohl bekannt ist, dass verschiedene Tierarten und Schafrassen ein unterschiedliches Weideverhalten haben (Rahmann, 2010; Korn, 1996). Die Gründe hierzu sind vor allem im Aufwand solcher Experimente, sowie in ihrer Langfristigkeit zu sehen. Vor- und Nachteile von Experimenten und weiteren Forschungsansätzen sollen deshalb im folgenden Abschnitt diskutiert werden.

## 7. Forschungsansätze

### 7.1 Beweidungsexperiment

Ein Beweidungsexperiment im engen Sinn vergleicht verschiedene wohldefinierte Beweidungsverfahren auf wiederholten Flächen. Die Wiederholung der Flächen dient dazu, die durch die Beweidung bewirkten Effekte auf die Untersuchungsgrösse (z.B. die Artenzahl), von den Effekten und der Variabilität des Standorts zu trennen. Diese Möglichkeit einer sauberen experimentellen Trennung der Einflussvariablen ist der Hauptvorteil des experimentellen Ansatzes.

Nachteil des experimentellen Ansatzes ist der Aufwand eines Beweidungsexperimentes. So müssen für einen sauberen experimentellen Vergleich von Stand- und Umtriebsweide mindestens 3 Flächen als Standweide und drei weitere als Umtriebsweide genutzt werden, also in weitere Koppeln unterteilt werden. Sollen verschiedene Beweidungsintensitäten untersucht werden, steigt der Flächenbedarf und der Aufwand multiplikativ an. Damit Veränderungen an der Vegetation festgestellt werden können, muss ein solches Beweidungsregime über mehrere Jahre beibehalten werden.

Beweidungsexperimente bilden die Grundlage für die Artikel von Austrheim et al. (2008) in Norwegen und Laliberté & Tylianakis (2011) in Australien und Oom et al. (2011) in Schottland..

### 7.2 Monitoring von Beweidungsveränderungen

Bei diesem Untersuchungsansatz werden Umstellungen des Beweidungsregimes über die Zeit verfolgt. Es handelt sich im Prinzip um ein Beweidungsexperiment ohne Wiederholungen und Null-Verfahren mit der Schwierigkeit, Auswirkungen der Bewirtschaftung von denen des Standorts und von allgemeinen Veränderungen der Umwelt (z.B. klimatische Schwankungen) zu trennen. Werden Beweidungsveränderungen an verschiedenen Standorten verfolgt und zugleich Null-Flächen beobachtet, können diese Mängel behoben werden. Der einzige Unterschied zum Beobachtungsexperiment liegt dann in der Schwierigkeit, die Bewirtschaftung der verschiedenen Standorte und deren Umwelteigenschaften exakt festzustellen.

Beispiel für ein Monitoring von Beweidungsveränderungen ist die Studie von Meisser und Chatelain (2010) auf Alp Niven VS. Sie erwähnen denn auch, dass Veränderungen in der Temperaturzahl der auf den Beobachtungsflächen vorkommenden Arten nicht schlüssig auf Bewirtschaftungsänderungen oder Änderungen im Klima zurückgeführt werden können.

Für die Beobachtung von Vegetationsveränderungen durch Beweidungsumstellung können unter Umständen auch bestehende Daten verwendet werden. Im Rahmen dieses Berichts wurde geprüft, ob die Daten des Schweizerischen Biodiversitäts-Monitoring (<http://www.biodiversitymonitoring.ch>) für eine solche Veränderungsuntersuchung verwendet werden könnten. Der Indikator Z9 Gefässpflanzen basiert auf einem regelmässigen Stichprobennetz auf den Kilometerschnittpunkten des CH-Landeskoordinatennetzes, das rund 1'650 Flächenquadrante umfasst. Allerdings liegen davon gesamtschweizerisch nur ca. 150 auf Alpweiden. Eine Evaluation über das Gebiet des Kantons Uri zeigt, dass nur 3 BDM-Flächen auf Schafalpen liegen. Dies sind klar zu wenige für eine Verwendung der BDM-Daten in einer statistischen Analyse von Beweidungseffekten auf die Veränderung der Bestandeszusammensetzung auf Schafalpen.

### 7.3 Flächenvergleiche

Bei diesem Untersuchungsansatz werden Flächen mit unterschiedlicher Bewirtschaftung miteinander verglichen, um daraus Schlüsse auf die Wirkung der Bewirtschaftung zu ziehen. Im Gegensatz zum Experiment erfolgt die Kontrolle der Variablen erst bei der Datenanalyse. Es handelt sich dabei nicht um eine experimentelle, sondern um eine statistische Kontrolle (Shiple 2000). Damit eine solche Kontrolle möglich ist, müssen die Flächen so ausgewählt sein, dass die zu analysierenden Faktoren

möglichst grosse Spannweiten ausweisen. Dies wird oft durch eine stratifizierte Auswahl erreicht. Ebenfalls wichtig ist die genügend grosse Anzahl Beobachtungen, da die statistische Kontrolle mehr Daten als eine experimentelle Kontrolle benötigt. Zusätzlich zu beachten ist die räumliche Abhängigkeit der Flächen, welche in der Auswertung berücksichtigt werden muss.

Vergleiche können zwischen Flächen oder entlang von Gradienten gemacht werden. Beispiele für Flächenvergleiche sind Lüth et al. (2011), Kampmann et al (2009) oder Fischer & Wipf (2002). Gradienten wurden untersucht durch de Bello et al. (2007).

Eine weitere Möglichkeit ist der Vergleich von Flächen auf beiden Seiten von Bewirtschaftungsgrenzen, beispielweise festen Weidezäunen, sofern diese nicht natürlichen Grenzen von Umweltfaktoren folgen. Diesen Ansatz verwendete Stohlgren et al. (1999) in der amerikanischen Prairie.

## 8. Folgerung und Empfehlungen für Praxis und Politik

Die vorliegende Literaturübersicht zeigt die komplexen Zusammenhänge zwischen Schafsömmern und Biodiversität. Die Wirkung der Schafbeweidung hängt sowohl von Standortfaktoren als auch vom konkreten Weidemanagement ab. Verbindender Faktor für die Wirkung ist der selektive Frass, welcher die Wirkung der Beweidung wesentlich bestimmt. So können die folgenden Schlüsse gezogen werden:

- Der selektive Frass vermindert die Pflanzenartenvielfalt, indem einige wenige Pflanzenarten gefördert werden. Die Verminderung der lokalen Anzahl vorkommender Arten wird auch kaum durch eine höhere Vielfalt auf grösserer Skala wettgemacht, da über- und unternutzte Stellen relativ artenarm sind. Die Wirkung der Schafbeweidung auf die Vegetationszusammensetzung für Pflanzen teilweise bekannt, für andere Organismengruppen gibt es praktisch keine Untersuchungen.
- Grundsätzlich sind Weidesysteme mit geringerem selektivem Frass hinsichtlich der Biodiversität zu bevorzugen. Die Behirtung durch einen erfahrenen Hirten und gut geführte Umtriebsweide mit kurzer Besatzzeit erfüllen dieses Kriterium. Zentral ist bei beiden Systemen die Umsetzung, bei der ständigen Behirtung die Erfahrung des Hirten und bei der Umtriebsweide die Besatzzeit. Die gesetzlich vorgeschriebenen maximal zwei Wochen sind eher lang und kürzere Besatzzeiten wären klar zu bevorzugen.
- Vergleichende wissenschaftliche Untersuchungen zur Wirkung von Weidesystemen und verschiedenen Schaffrassen auf die Vegetationszusammensetzung fehlen beinahe vollständig. Somit können die obigen Folgerungen bislang nicht mit wissenschaftlichen Daten untermauert werden. Weitere Untersuchungen mittels Beweidungsexperiment oder Flächenvergleich wäre deshalb wünschenswert, allerdings sollte Aufwand und zu erwartende Erkenntnisse realistisch beurteilt werden.
- Die höchste Artenvielfalt wird meistens bei mittlerer Störungsintensität gefunden, allerdings ist diese Mitte oft unbekannt und abhängig von Standort und Bewirtschaftungsgeschichte. Es kann aber der Schluss gezogen werden, dass auch bei Umtriebsweide oder ständiger Behirtung für die Biodiversität und den Erosionsschutz eine mässige Beweidungsintensität einer intensiven Bestossung vorzuziehen ist.
- Zentral für eine Beurteilung der Auswirkungen der Schafsömmern sind auch die möglichen Alternativen auf einer Fläche. Dies ist oft nicht die Beweidung mit Rindern oder eine Schnittnutzung, da diese aufgrund der Topographie, der Zugänglichkeit oder der landwirtschaftlichen Strukturen nicht möglich sind. Vielmehr ist die Alternativen zur Schafbeweidung häufig die Nutzungsaufgabe, resp. die natürliche Sukzession mit mehr oder weniger starker Wildätzung. Für das Angebot an alternativen Weidetieren (e.g. Robustrinder, Esel, Ziegen) sind die Verhältnisse zwischen den Sömmernbeiträgen für die einzelnen Tiere bedeutsam und eine feine Austarierung ist notwendig.
- Robustschafe können Zusatzleistungen erbringen, z.B. in der Entbuschung oder einem genügsameren und weniger selektivem Fressverhalten. Diese Zusatzleistungen resultieren oft in einer geringeren Produktqualität, werden aber bisher noch ungenügend abgolt.
- Auch bei den grundsätzlich als positiv beurteilten Weidesystemen Umtriebsweide und ständige Behirtung gibt es eine Spannweite der effektiven Umsetzung. Dies kann die Effekte auf die Biodiversität entscheidend bestimmen. Eine Kontrolle der Umsetzung im Rahmen der Sömmernbeitragsverordnung ist deshalb notwendig.

## 9. Literatur

- Austrheim, G., Myrnerud, A., Pedersen, B., Halvorsen, R., Hassel, K. & Evju, M. (2008) Large scale experimental effects of three levels of sheep densities on an alpine ecosystem. *Oikos*, **117**, 837–846.
- Baur, B., Cremene, C., Groza, G., Schileyko, A.A., Baur, A. & Erhardt, A. (2007) Intensified grazing affects endemic plant and gastropod diversity in alpine grasslands of the Southern Carpathian mountains (Romania). *Biologia*, **62**, 438–445.
- de Bello, F., Lavorel, S., Gerhold, P., Reier, Ü. & Pärtel, M. (2010) A biodiversity monitoring framework for practical conservation of grasslands and shrublands. *Biological Conservation*, **143**, 9–17.
- de Bello, F., Lepš, J. & Sebastià, M.T. (2007) Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science*, **18**, 25–34.
- Bezák, P. & Halada, L. (2010) Sustainable management recommendations to reduce the loss of agricultural biodiversity in the mountain regions of NE Slovakia. *Mountain Research and Development*, **30**, 192–204.
- Brülisauer, A., Ehrbar, R., Robin, K., Ruhlé, C., Bieri, K., Gilgen, R., Leuthold, B., Rüeegg, D., Struch, M., Wilhelm, M. & Zanolli, M. (2004) Verzicht auf Schafsommerung - ein Versuch zur Lösung von Wald-Wildproblemen. *Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, **90**, 155–174.
- Bundesamt für Landwirtschaft BLW. (2010) Agrarbericht 2004-2010.
- Bundesamt für Statistik BFS. (2010) Schafe: Herdebuchbestand nach Rassen und Kanton 1997.
- Bundesamt für Statistik BFS. (2012) Nutztierhalter und Nutztierbestände nach Zone 2000-2011.
- Cingolani, A.M., Noy-Meir, I. & Díaz, S. (2005) Grazing Effects on Rangeland Diversity: a Synthesis of Contemporary Models. *Ecological Applications*, **15**, 757–773.
- Connell, J.H. (1978) Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, **199**, 1302–1310.
- DeGabriel, J.L., Albon, S.D., Fielding, D.A., Riach, D.J., Westaway, S. & Irvine, R.J. (2011) The presence of sheep leads to increases in plant diversity and reductions in the impact of deer on heather. *Journal of Applied Ecology*, **48**, 1269–1277.
- Dostálek, J. & Frantík, T. (2008) Dry grassland plant diversity conservation using low-intensity sheep and goat grazing management: case study in Prague (Czech Republic). *Biodiversity and Conservation*, **17**, 1439–1454.
- Duelli, P. & Obrist, M.K. (2003) Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **98**, 87–98.
- Dupré, C. & Diekmann, M. (2008) Differences in species richness and life-history traits between grazed and abandoned grasslands in southern Sweden. *Ecography*, **24**, 275–286.
- Evju, M., Myrnerud, A., Austrheim, G. & Økland, R.H. (2006) Selecting herb species and traits as indicators of sheep grazing pressure in a Norwegian alpine habitat. *Ecoscience*, **13**, 459–468.
- Fischer, M. & Wipf, S. (2002) Effect of low-intensity grazing on the species-rich vegetation of traditionally mown subalpine meadows. *Biological Conservation*, **104**, 1–11.
- Gaucherand, S.E.P. & Lavorel, S. (2007) New method for rapid assessment of the functional composition of herbaceous plant communities. *Austral Ecology*, **32**, 927–936.
- Grime, J.P. (1973) Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. , *Published online: 30 March 1973*; | doi:10.1038/242344a0, **242**, 344–347.
- Hellström, K., Huhta, A.-P., Rautio, P., Tuomi, J., Oksanen, J. & Laine, K. (2003) Use of sheep grazing in the restoration of semi-natural meadows in northern Finland. *Applied Vegetation Science*, **6**, 45–52.
- Horn, H., Cody, M. & Diamond, J. (1975) *Markovian Properties of Forest Succession*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

- Kampmann, D., Herzog, F., Jeanneret, P., Konold, W., Peter, M., Walter, T., Wildi, O. & Lüscher, A. (2008) Mountain grassland biodiversity: Impact of site conditions versus management type. *Journal for Nature Conservation*, **16**, 12–25.
- Korn, S.V. (1996) Pflegeleistung und Produktivität von Schafen in der Kulturlandschaftspflege. Schriftenreihe Angewandter Naturschutz 13: S. 80-89
- Laliberté, E. & Tylianakis, J.M. (2011) Cascading effects of long-term land-use changes on plant traits and ecosystem functioning. *Ecology*, **93**, 145–155.
- Leiber, F., Kaulfers, C., Schmid, S., Kreuzer, M. & Liesegang, A. Differences in spatial grazing behaviour of sheep and goats in a heterogeneous high alpine environment. *Proceeding of the 15 th Meeting of the FAO CIHEAM Mountain Pastures Network* p. 161.
- Lüth, C., Tasser, E., Niedrist, G., Via, J.D. & Tappeiner, U. (2011) Plant communities of mountain grasslands in a broad cross-section of the Eastern Alps. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, **206**, 433–443.
- Luoto, M., Pykälä, J. & Kuussaari, M. (2003) Decline of landscape-scale habitat and species diversity after the end of cattle grazing. *Journal for Nature Conservation*, **11**, 171–178.
- Meisser, M. & Chatelain, C. (2010) Umtriebsweide bei der Schafsömmernung: Auswirkungen auf die Vegetation. *Agrarforschung Schweiz*, **1**, 216–221.
- Milchunas, D.G. & Lauenroth, W.K. (1993) Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological monographs*, **63**, 327–366.
- Mysterud, A., Iversen, C. & Austrheim, G. (2007) Effects of density, season and weather on use of an altitudinal gradient by sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, **108**, 104–113.
- Niedrist, G., Tasser, E., Lüth, C., Dalla Via, J. & Tappeiner, U. (2008) Plant diversity declines with recent land use changes in European Alps. *Plant Ecology*, **202**, 195–210.
- Niedrist, G., Tasser, E., Lüth, C., Dalla Via, J. & Tappeiner, U. (2009) Plant diversity declines with recent land use changes in European Alps. *Plant Ecology*, **202**, 195–210.
- Oosterheld, M. & Semmartin, M. (2011) Impact of grazing on species composition: Adding complexity to a generalized model. *Austral Ecology*, **36**, 881–890.
- Olf, H. & Ritchie, M.E. (1998) Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, **13**, 261–265.
- Olofsson, J., Moen, J. & Oksanen, L. (2002) Effects of herbivory on competition intensity in two arctic-alpine tundra communities with different productivity. *Oikos*, **96**, 265–272.
- Oom S.P., Hester, A.J. & Legg, C.J. (2011). Grazing across grass:shrub boundaries: Can spatial heterogeneity increase resistance? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139 (2010) 159–166
- Pärtel, M., Bruun, H.H., Sammul, M., Lillak, R., Viiralt, R., Linke, A., Geherman, V. & others. (2005) *Biodiversity in Temperate European Grasslands: Origin and Conservation*. British Grassland Society, PO Box 237 University of Reading Reading Berkshire RG 6 6 AR United Kingdom.
- Peco, B., Carmona, C.P., de Pablos, I. & Azcárate, F.M. (2012) Effects of grazing abandonment on functional and taxonomic diversity of Mediterranean grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **152**, 27–32.
- Peco, B., de Pablos, I., Traba, J. & Levassor, C. (2005) The effect of grazing abandonment on species composition and functional traits: the case of dehesa grasslands. *Basic and applied Ecology*, **6**, 175–183.
- Peter, M., Edwards, P.J., Jeanneret, P., Kampmann, D. & Lüscher, A. (2008) Changes over three decades in the floristic composition of fertile permanent grasslands in the Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **125**, 204–212.
- Peter, M., Gigon, A., Edwards, P. & Lüscher, A. (2009) Changes over three decades in the floristic composition of nutrient-poor grasslands in the Swiss Alps. *Biodiversity and Conservation*, **18**, 547–567.

- Proulx, M. & Mazumder, A. (1998) Reversal of grazing impact on plant species richness in nutrient-poor vs. nutrient-rich ecosystems. *Ecology*, **79**, 2581–2592.
- Pueyo, Y., Alados, C.L. & Ferrer-Benimeli, C. (2006) Is the analysis of plant community structure better than common species-diversity indices for assessing the effects of livestock grazing on a Mediterranean arid ecosystem? *Journal of Arid Environments*, **64**, 698–712.
- Rahmann, G. (2010) *Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung: 100 Fragen und Antworten für die Praxis*. Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Westerau
- Schönbach, P., Wan, H., Gierus, M., Bai, Y., Müller, K., Lin, L., Susenbeth, A. & Taube, F. (2011) Grassland responses to grazing: effects of grazing intensity and management system in an Inner Mongolian steppe ecosystem. *Plant and Soil*, **340**, 103–115.
- Scimone, M., Rook, A.J., Gareil, J.P. & Sahin, N. (2007) Effects of livestock breed and grazing intensity on grazing systems: 3. Effects on diversity of vegetation. *Grass and Forage Science*, **62**, 172–184.
- Scohier, A. & Dumont, B. (2012) How do sheep affect plant communities and arthropod populations in temperate grasslands? *animal*, **6**, 1129–1138.
- Shipley, B. (2000) *Cause and Correlation in Biology a User's Guide to Path Analysis, Structural Equations and Causal Inference*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stohlgren, T. J., L. D. Schell, and B. Vanden Heuvel. (1999). How grazing and soil quality affect native and exotic plant diversity in Rocky Mountain grasslands. *Ecological Applications* 9:45–64.
- Tasser, E. & Tappeiner, U. (2002) Impact of land use changes on mountain vegetation. *Applied vegetation science*, **5**, 173–184.
- Vandewalle, M., De Bello, F., Berg, M.P., Bolger, T., Dolédec, S., Dubs, F., Feld, C.K., Harrington, R., Harrison, P.A., Lavorel, S. & others. (2010) Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. *Biodiversity and conservation*, **19**, 2921–2947.
- Villéger, S., Ramos Miranda, J., Flores Hernández, D. & Mouillot, D. (2010) Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America*, **20**, 1512–1522.
- Wiedmer, E. & Stadler, F. (1999) *Sömmerung von Schafen: Vorschläge zur Lösung der Probleme aus landschaftsökologischer Sicht*.
- Willems, J.H. (1983) Species composition and above ground phytomass in chalk grassland with different management. *Vegetatio*, **52**, 171–180.

## Anhang 1: Weidesysteme für die Schafsommerung

In der Schweiz sind in der Verordnung über Sommerungsbeiträge drei Weidesysteme aufgelistet: ständige Behirtung, Umtriebsweide und übrige Weiden (entspricht in der Praxis der Standweide).

Als ständige Behirtung wird ein Weidesystem für Schafe anerkannt, wenn:

- a. die Herdenführung durch einen Hirten oder eine Hirtin mit Hunden erfolgt und die Herde täglich auf einen vom Hirten oder von der Hirtin ausgewählten Weideplatz geführt wird;
- b. die Weidefläche in Sektoren aufgeteilt und auf einem Plan festgehalten ist;
- c. eine angepasste Nutzung und gleichmässige Beweidung ohne Übernutzung erfolgt;
- d. die Aufenthaltsdauer im gleichen Sektor beziehungsweise auf der gleichen Weidefläche zwei Wochen nicht übersteigt und dieselbe Fläche frühestens nach vier Wochen wieder beweidet wird;
- e. die Herde ununterbrochen behirtet ist;
- f. die Auswahl und Nutzung der Übernachtungsplätze so erfolgt, dass ökologische Schäden vermieden werden; und
- g. ein Weidejournal geführt wird.

Als Umtriebsweide wird ein Weidesystem für Schafe anerkannt, wenn:

- a. die Beweidung während der gesamten Sommerungsdauer in Koppeln erfolgt, die eingezäunt oder natürlich klar abgegrenzt sind;
- b. eine angepasste Nutzung und gleichmässige Beweidung ohne Übernutzung erfolgt;
- c. in Berücksichtigung von Koppelfläche, Bestossung und Standortbedingungen ein regelmässiger Umtrieb erfolgt;
- d. dieselbe Koppel während höchstens zwei und frühestens wieder nach vier Wochen beweidet wird;
- e. die Koppeln auf einem Plan festgehalten sind; und
- f. ein Weidejournal geführt wird.

Schafweiden, welche die Anforderungen für ständige Behirtung und Umtriebsweide nicht erfüllen, gelten als übrige Weiden.

Bei ständiger Behirtung und Umtriebsweide gilt:

- a. Die Beweidung darf frühestens 20 Tage nach der Schneeschmelze erfolgen.
- b. Kunststoffweidenetze dürfen nur für die Einzäunung der Übernachtungsplätze sowie in schwierigem Gelände oder bei hohem Weidedruck für die Unterstützung der Weideführung während der zugelassenen Aufenthaltsdauer verwendet werden. Nach dem Wechsel der Koppel sind die Kunststoffweidenetze jeweils umgehend zu entfernen. Verursacht der Einsatz von Kunststoffweidenetzen Probleme für die Wildtiere, so kann der Kanton Auflagen für die Einzäunung verfügen und wenn nötig den Einsatz auf die Übernachtungsplätze begrenzen.