

Serie AlpFUTUR

Beweidungsintensität und Ökosystemleistungen im Alpgebiet

Manuel K. Schneider¹, Hermel Homburger^{1,2}, Michael Scherer-Lorenzen² und Andreas Lüscher¹

¹Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zürich, Schweiz

²Universität Freiburg, Fakultät für Biologie, Geobotanik, 79104 Freiburg, Deutschland

Auskünfte: Manuel Schneider, E-Mail: manuel.schneider@agroscope.admin.ch, Tel. +41 44 377 75 98



Abb. 1 | Kuh mit GPS-Empfänger auf einer Alpweide im Unterengadin. (Foto: Sandra Hilfiker)

Einleitung

Die Erweiterung der betrieblichen Futterbasis, eine verbesserte Tiergesundheit und die Arbeitersparnis im Sommer sind nach wie vor die wichtigsten Gründe für die Alpfung in der Schweiz (Fischer *et al.* 2012). Zusätzlich erbringen die Alpweiden bedeutende gesellschaftliche Leistungen wie wertvolle Nahrungsmittel, Erholungs-

raum und Landschaftsbild, die wesentlich von der Beweidung bestimmt werden. Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der Direktzahlungen stellt sich die zentrale Frage, wie die erwartete abnehmende Bestosung (Flury *et al.* 2012) die Beweidungsintensität und somit die von den Alpweiden erbrachten Ökosystemleistungen verändert. Während für die landwirtschaftliche Nutzfläche im Berggebiet ein klarer Zusammenhang zwi-

schen der Bewirtschaftungsintensität und Ökosystemleistungen wie Futterertrag und Biodiversität gezeigt wurde (z. B. Kampmann *et al.* 2008, Peter und Lüscher 2009), ist dieser für das Alpgebiet weit weniger bekannt.

Eine grosse Herausforderung ist im Alpgebiet die Quantifizierung der Beweidungsintensität, die zur Untersuchung dieser Zusammenhänge notwendig ist. In der Regel sind die Weideschläge eines Alpbetriebes nämlich sehr gross und das Gelände ist sowohl topographisch als auch bezüglich der Vegetation sehr heterogen. Solange die weidenden Tiere frei wählen können, bevorzugen sie innerhalb der natürlich bestehenden Gradienten bestimmte Flächen für Futteraufnahme und Aufenthalt.

Im Rahmen des Verbundprojektes AlpFutur (www.alp-futur.ch) wurde auf zwei Alpen mittels GPS die kleinräumige Beweidungsintensität erhoben. Es interessierten die treibenden Kräfte für das räumliche Muster der Beweidungsintensität und die Zusammenhänge mit den Ökosystemleistungen Futterproduktion und Artenvielfalt. Ein besonderes Augenmerk galt dabei der Weideführung, da sie das Hauptwerkzeug der Alpbewirtschaftenden ist.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf zwei Alpbetrieben durchgeführt, auf der Alp Jänzimatt im Kanton Obwalden (1600 m ü. M.) und auf der Alp Sura im Unterengadin (2120 m ü. M.), beides Milchkuhalpen. Die untersuchte Weidefläche betrug auf Jänzimatt 26 ha und auf Sura 125 ha. Die Weidefläche der Alp Jänzimatt wird mittels fixen und mobilen Zäunen in zahlreiche kleinere Umtriebsweiden aufgeteilt, nachts sind die Tiere im Stall. Die Alp Sura verfügt über eine ausgedehnte Tagweide, die über die ganze Alpzeit gleich bleibt, und einige kleinere Nachtweiden. Auf Jänzimatt ist der untere südwestliche Teil der Weide locker mit Fichten bestanden, bei der Alphütte und im nördlichen Teil gibt es einige feuchte Weiden mit Sauergräsern. Die Weiden der Alp Sura sind über grössere Flächen mit Zwergwacholder und anderen Zwergsträuchern durchsetzt und das Weidegebiet wird von einer Geländerinne mit steilen Abhängen durchschnitten.

Die Beweidungsintensität wurde auf zwei Arten erhoben: Einerseits wurden Besatz und Besatzdauer pro Weidekoppel von den Bewirtschaftenden erfragt, andererseits wurden je zwei bis drei Kühe aus der Herde mit GPS-Empfängern (Qstarz Ltd., Taipei, Taiwan) am Halsband ausgestattet (Abb. 1). Die Empfänger zeichneten die Positionen der Tiere über die gesamte Alpzeit 2011 im Zeitabstand von 20 Sekunden auf. Das Verhalten der mit GPS versehenen Kühe wurde stichprobenartig beobachtet, wobei jede Verhaltensänderung zwischen Gehen, >

Zusammenfassung

Im Sömmerungsgebiet ist die Beweidungsintensität eine der wichtigsten vom Bewirtschaftenden gesteuerten Einflussgrössen in Bezug auf Vegetation und Ökosystemleistungen. Sie ist allerdings auf den grossen und heterogenen Alpweiden schwierig zu quantifizieren. Deshalb wurde mittels GPS die kleinräumige Beweidungsintensität auf je einer Milchkuhalp im Kanton Obwalden und im Unterengadin gemessen. Die zwei Alpen unterscheiden sich bezüglich Umweltbedingungen und Weideführung. Die kleinräumige Beweidungsintensität ist auf beiden Alpen stark von den naturräumlichen Gegebenheiten wie der Geländeneigung, der Futterqualität und der Distanz zu Stall und Wasserquellen bestimmt. Ein Effekt der Weideführung auf die kleinräumige Beweidungsintensität ist nur auf derjenigen Alp sichtbar, wo eine enge Umtriebsweide praktiziert wird. Auf dieser Alp ist auch ein negativer Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität und der Pflanzenvielfalt erkennbar. Auf jener Alp mit grossen Weideschlägen und viel freiem Weidegang sind die Ökosystemleistungen hingegen weitgehend von den Umweltbedingungen und der Weidepflege bestimmt. Dies zeigt, dass eine enge Weideführung notwendig ist, um im Alpgebiet mit der Beweidungsintensität die Erbringung von Ökosystemleistungen zu steuern.



Abb. 2 | Untersuchungsfläche mit Weideausschlusskorb zur Messung des Futteraufwuchses auf der Alp Sura. (Foto: Claudia Hoffmann)

Fressen und Ruhen notiert wurde. Mit einem Klassifikationsverfahren wurden daraufhin alle Positionspunkte in die Verhaltenskategorien Gehen, Fressen und Ruhen eingeteilt (Homburger *et al.* 2012). Die Anzahl der aufgezeichneten Punkte aus der Kategorie Fressen in jeder Zelle eines Rasters von 25 m x 25 m diente als Mass für die Beweidungsintensität und wurde mit fünf möglichen Einflussfaktoren verglichen: (1) die Geländeneigung, (2) die Distanz zum zentralen Alpgebäude, (3) die Distanz zur nächstgelegenen Wasserstelle, (4) die Besatzdichte des jeweiligen Weideschlags, wie sie vom Bewirtschafter aufgezeichnet wurde und (5) die Futterqualität. Für letztere wurde die Alpfläche nach Lebensraumtypen gemäss Delarze und Gonseth (2008) kartiert und in zwei (für beide Alpen gleiche) Kategorien unterschiedlicher Futterqualität reklassifiziert: (A) gräserdominierte Vegetation von guter Futterqualität und (B) gehölz- oder seggendominierte Vegetation mit geringem Futterwert. Der Einfluss aller Faktoren auf das Beweidungsmuster wurde mittels räumlicher Regressionen geprüft. Die dazu verwendete integrierte genestete Laplace Approximation (INLA) ermöglicht bei grossen Datensätzen eine effiziente Schätzung der Modellparameter und berücksichtigt dabei die räumliche Abhängigkeit der Datenpunkte untereinander (Rue *et al.* 2009).

Um den Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität, Futterproduktion und Artenvielfalt aufzuzeigen, wurden auf jeder Alp – stratifiziert nach Neigung und Distanz vom Alpgebäude – je elf Flächen à 25 m² ausgewählt. Zur Messung der Futterproduktion wurde im Zentrum jeder Untersuchungsfläche ein 1 m² grosser Weideausschlusskorb platziert (Abb. 2). Die im Korb aufwachsende Biomasse wurde in der Mitte der Alpsaison und nach Alpabzug erhoben. Zusätzlich wurde die Artenvielfalt der Gefässpflanzen für jede Untersuchungsfläche von 25 m² erfasst.

Resultate und Diskussion

Besatz pro Weidekoppel ist ein ungenügendes Mass für die Beweidungsintensität

Die mittels GPS erfasste Beweidungsintensität zeigt kleinräumige Muster, die vor allem auf der Alp Sura mit ihren zum Teil mehrere Hektaren grossen Weideschlägen ganz erheblich von der durchschnittlichen Besatzdichte des Weideschlages abweichen (Abb. 3). Auf der Alp Jänzimatt ergibt sich durch die vielen Weideschläge eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den Angaben des Bewirtschafter zur Besatzdichte pro Weideschlage und der mittels GPS

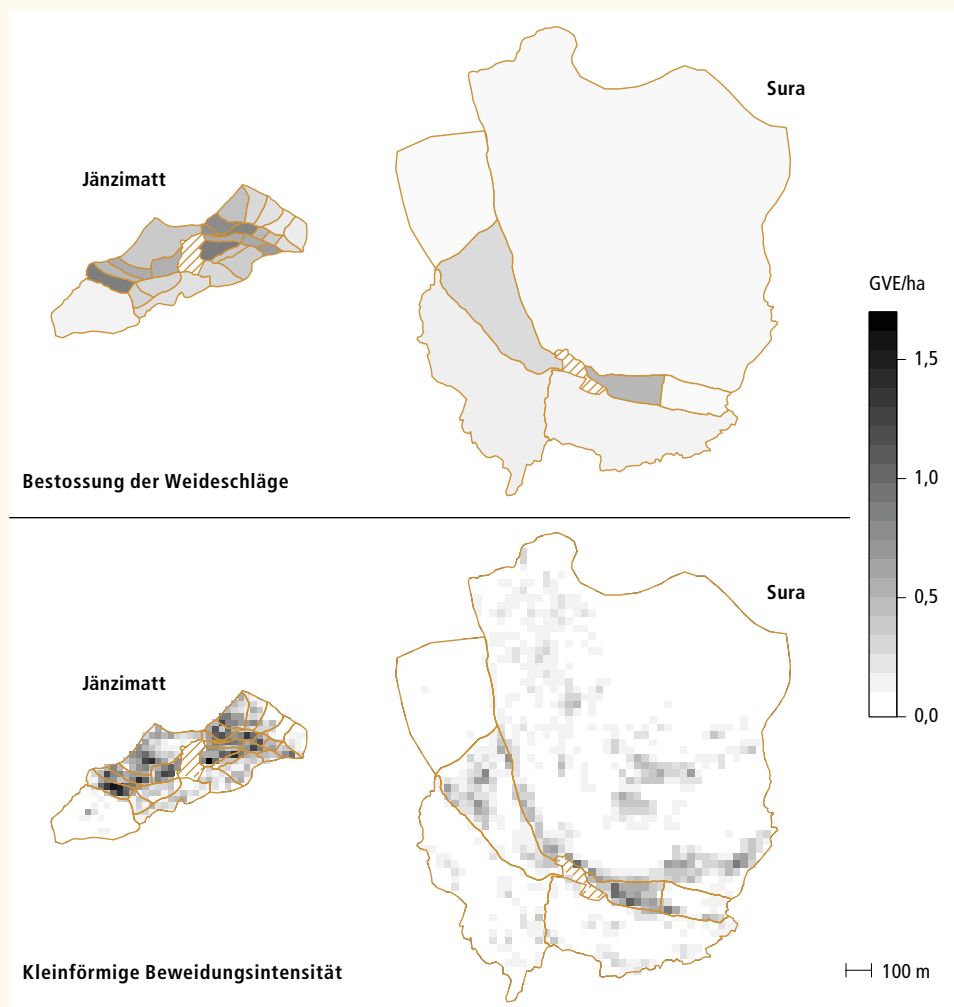


Abb. 3 | Besatzdichte (GVE/ha) auf den zwei untersuchten Alpen Jänzimatt (links) und Sura (rechts), ermittelt aus den Angaben der Bewirtschafter zur Bestossung der Weideschläge (oben) und kleinräumige Beweidungsintensität (GVE/ha), errechnet aus den erhobenen GPS-Positionen (unten). Orange Linien bezeichnen Weideschläge. Die schraffierten Bereiche sind ausgezäunt und werden nicht mit den Milchkühen beweidet.

ermittelten Beweidungsintensität. Dennoch gibt es auch auf dieser Alp einige Gebiete, für welche die Besatzangaben ungenügend sind.

Auf Jänzimatt werden grosse Bereiche der Alp mit ähnlicher Intensität beweidet (Abb. 3). Auf der Alp Sura hingegen fallen einige kleinere, intensiv genutzte Bereiche in den Nachtweiden ins Auge, auf der übrigen Fläche wechseln sich stärker beweidete und kaum genutzte Flächen kleinräumig ab.

Unterschiedliche Faktoren steuern die kleinräumige Beweidungsintensität

Die dreidimensionale Visualisierung der beiden Alpen (Abb. 4) gibt deutliche Hinweise auf den Einfluss der Umweltfaktoren auf die Verteilung der Beweidungsintensität. Auf Alp Jänzimatt werden geneigte Flächen

unterhalb und oberhalb des Alpzentrums am intensivsten beweidet. Nur die ebenen, recht feuchten Weiden in Stallnähe und die stark geneigten und die nassen Flächen an den Rändern werden kaum beweidet. Auf Alp Sura ist deutlich zu erkennen, dass die Beweidungsintensität erheblich durch die Geländeneigung bestimmt wird. Hier werden alle flachen Stellen stark beweidet, sofern sie nicht zu weit vom Alpstall entfernt sind.

Die visuell feststellbaren Einflussgrößen auf die Beweidungsintensität werden durch das räumliche Regressionsmodell bestätigt (Abb. 5). Auf beiden Alpen hat die Neigung einen negativen Einfluss auf die Beweidungsintensität. Allerdings ist dieser nur auf Alp Sura signifikant verschieden von Null, während er auf Alp Jänzimatt sehr klein ist. Auf beiden Alpen ist die Bewei-

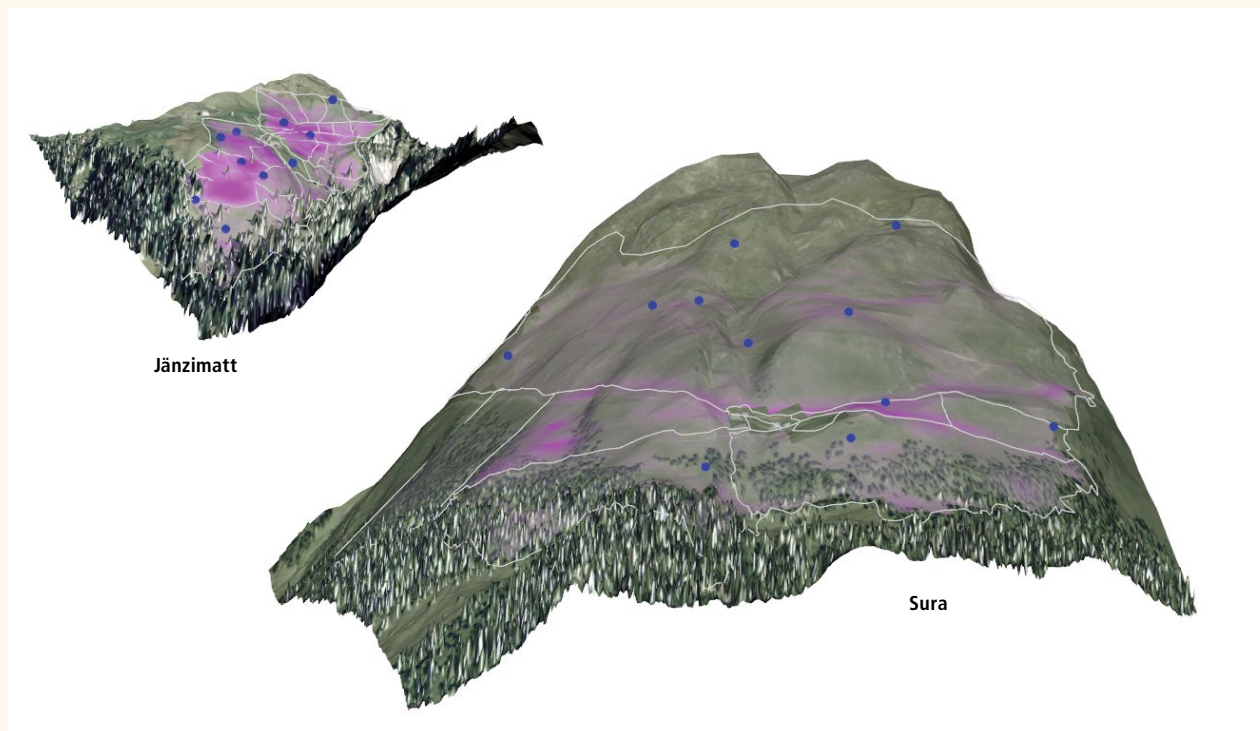


Abb. 4 | Beweidungsintensität auf den Alpen Jänzimatt (oben) und Sura (unten) ermittelt aus den GPS Positionen. Weisse Linien markieren die Weideschläge, blaue Punkte die Untersuchungsflächen für Ökosystemleistungen. Grössenunterschiede entsprechen nur ungefähr den realen Unterschieden in der Flächengrösse.

(Datenquellen: swissimage@swisstopo, dom@swisstopo)

dungsintensität auf Flächen mit guter Futterqualität signifikant höher als auf Flächen, die von Zwergsträuchern oder Seggen dominiert sind. Die qualitativ bessere Vegetation war allerdings auf Alp Jänzimatt mit 85 % Flächenanteil bedeutend häufiger als auf Sura mit 30 % Flächenanteil.

Die zwei geprüften Distanzmasse wirken auf den beiden Alpen unterschiedlich. Auf Jänzimatt ist die Beweidungsintensität mit zunehmender Entfernung zum Stall höher und nimmt mit der Entfernung von den Wasserstellen ab. Dies ist auf die Gebiete in Stallnähe zurückzuführen, die kaum beweidet werden. Auf Alp Sura hingegen ist die Beweidungsintensität durch die Entfernung vom Stall limitiert, während die Distanz zu Wasserstellen einen kleinen positiven Effekt hat.

Von besonderem Interesse ist, ob auf den untersuchten Alpen ein Einfluss der Weideführung feststellbar ist, das heisst, ob ein Effekt der durchschnittlichen Besatzdichte pro Weideschlag auf die kleinräumige Beweidungsintensität erkennbar ist. Die räumliche Regression zeigt für Alp Jänzimatt einen kleinen, aber signifikant positiven Effekt des Besatzes der Weideschläge auf die Beweidungsintensität. Auf Alp Sura hingegen ist kein

Einfluss feststellbar. Dies bedeutet, dass die Verteilung der Beweidungsintensität auf Alp Jänzimatt durch den Bewirtschafter mit seiner intensiven Umtriebsweide mitbestimmt wird, wohingegen sie auf Alp Sura weitgehend von der Topografie abhängt. Dabei ist zu erwähnen, dass die Weideführung auf Jänzimatt auch in einem grösseren Gradienten des Koppelbesatzes resultiert als auf Alp Sura.

Alp-spezifische Zusammenhänge zwischen Beweidungsintensität und Ökosystemleistungen

Die Beweidungsintensität zeigt auf den beiden Alpen unterschiedliche Zusammenhänge mit den untersuchten Ökosystemleistungen (Abb. 6). Auf Alp Sura gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen der Futterproduktion und der Beweidungsintensität: Flächen mit grossem Futterangebot werden von den Weidetieren auch häufig aufgesucht (Spearman's $\rho = 0,67$, $P < 0,05$). Der Zusammenhang ist auf Alp Jänzimatt ebenfalls vorhanden, jedoch weniger stark ausgeprägt (Spearman's $\rho = 0,56$, $P < 0,1$). Der Unterschied kann zu einem gewissen Teil durch den freieren Weidegang auf Alp Sura erklärt werden, wodurch die Kühe bevorzugt Flächen mit grossem Futterangebot beweideten.

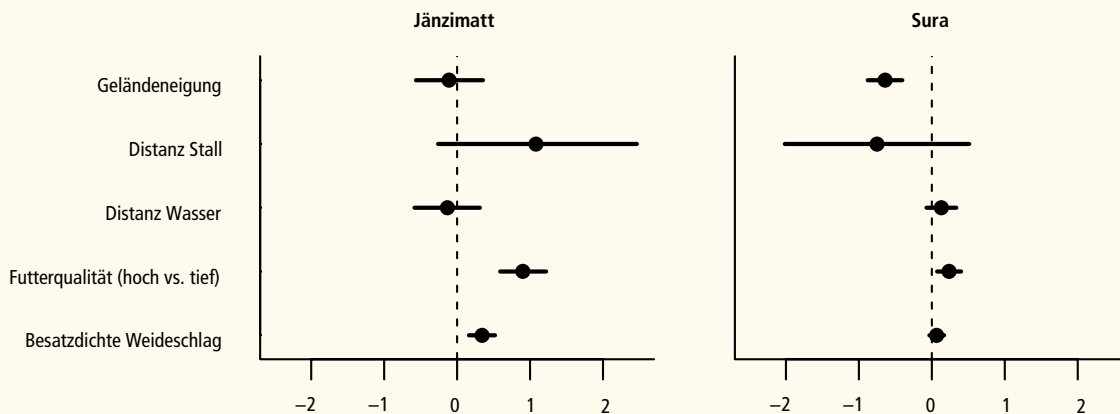


Abb. 5 | Einflussfaktoren auf die kleinräumige Beweidungsintensität auf den zwei Alpen Jänzimatt und Sura. Gezeigt sind Mittelwerte mit 95%-Vertrauensintervall der Koeffizienten der standardisierten Variablen in einer räumlichen Regression. Koeffizienten sind signifikant von Null verschieden, wenn ihr Vertrauensintervall Null nicht überlappt. Distanzen wurden vorgängig log-transformiert.

Der Zusammenhang zwischen der Anzahl Pflanzenarten und der Beweidungsintensität ist auf beiden Alpen nicht sehr deutlich ausgeprägt. Auf Jänzimatt gibt es tendenziell weniger Pflanzenarten auf stark beweideten Flächen, während auf Alp Sura nur ein schwacher Zusammenhang besteht. Die beobachteten Muster sind auf den ersten Blick unerwartet, können allerdings damit erklärt werden, dass im Alpengebiet das Vieh einige Vegetationstypen sehr gerne besucht (z. B. Milchkrautweiden oder Blaugrashalden), die eine ausserordentlich hohe Artenvielfalt aufweisen (Dietl 1998). Im Gegensatz dazu sind verschiedene von Kühen gemiedene Vegetationstypen

(z. B. Zwergstrauchheiden, strenge Borstgrasrasen) nicht unbedingt artenreich (Schneider *et al.* 2011).

Im Vergleich dazu ist auf Alp Jänzimatt die Futterproduktion eine weitaus bessere Erklärungsgrösse für die Anzahl Pflanzenarten als die Beweidungsintensität (Spearman's $\rho = -0,76$, $P < 0,01$). Jänzimatt entspricht damit einer ganzen Reihe von anderen Alpen, die einen negativen oder unimodalen Zusammenhang zwischen Produktivität und Pflanzenvielfalt zeigen (Schneider *et al.* 2011). Auf Alp Sura zeigt auch die Futterproduktion keinen Zusammenhang mit der Artenvielfalt, da die Artenzahl bei gleichem Ertrag sehr stark variiert. >

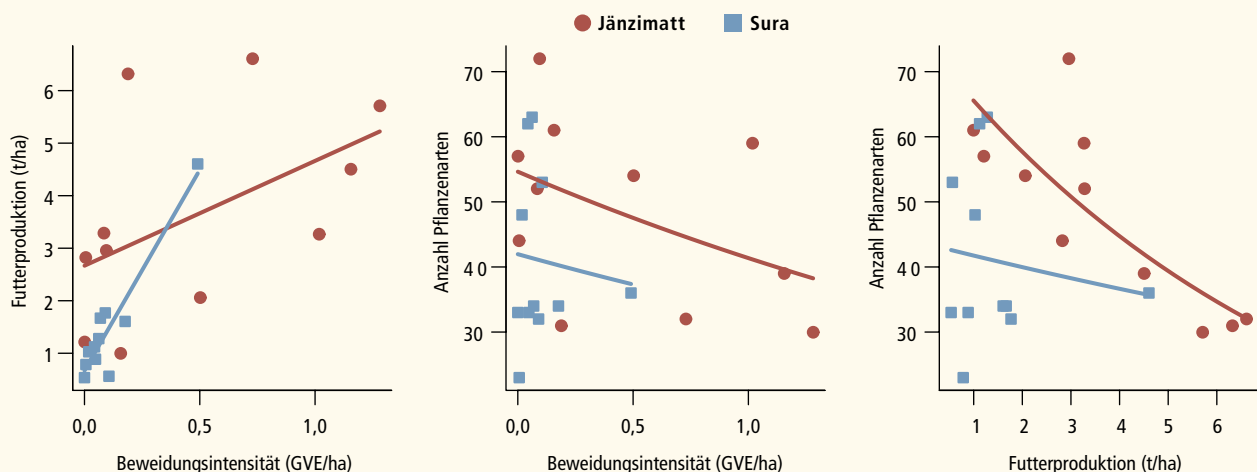


Abb. 6 | Zusammenhänge zwischen Futterproduktion, Anzahl Pflanzenarten und Beweidungsintensität auf den zwei Alpen Jänzimatt (rote Kreise) und Sura (blaue Quadrate).

Schlussfolgerungen

Im Alpengebiet ist die kleinräumige Beweidungsintensität in weit stärkerem Masse von der Topografie, der Zugänglichkeit und der Futterqualität bestimmt als vom Besatz pro Weidekoppel, der durch die Alpbewirtschaftenden geregelt wird. Es braucht zudem eine enge Weideführung im Stil einer intensiven Umtriebsweide, damit ein Einfluss auf die räumliche Verteilung der Beweidungsintensität sichtbar wird. Die positive Wirkung der Futterqualität auf die Beweidungsintensität zeigt, dass letztere auch durch die Weidepflege beeinflusst werden kann.

Der starke Einfluss von natürlichen Gegebenheiten auf die Beweidungsintensität lässt erwarten, dass auch Futterproduktion und Artenvielfalt auf Alpweiden wesentlich von natürlichen Faktoren abhängen und nur durch eine enge Weideführung und die Weidepflege beeinflusst werden können. Dies zeigt sich deutlich auf den zwei untersuchten Alpen: Auf Alp Jänzimatt mit ihrer engen Weideführung besteht ein Zusammenhang zwischen Beweidungsintensität und den Ökosystemleistungen Futterproduktion und Artenzahl; auf Alp Sura mit ihren grossen Weideschlägen und viel freiem Weidegang sind diese Ökosystemleistungen hingegen weitgehend von den naturräumlichen Gegebenheiten bestimmt. ■

Dank

Das Teilprojekt 2 Nutzungsintensität von AlpFutur wurde durch die Fondation Sur-la-Croix und den Kanton Graubünden finanziert. Wir danken den Alpbewirtschaftern für die gute Zusammenarbeit.



Literatur

- Delarze R. & Gonseth I., 2008. Lebensräume der Schweiz. Verlag Ott, Thun. 424 S.
- Dietl W., 1998. Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpweiden. *Agrarforschung* 5 (6), I–VIII.
- Flury C., Zimmermann A., Mack G. & Möhring A., 2012. Auswirkungen der Agrarpolitik 2014–2017 auf die Berglandwirtschaft: Bericht Forschungsprogramm AgriMontana, Agroscope, Zürich. 16 S.
- Fischer M., von Felten S., & Lauber S., 2012. Heimfutterfläche – Schlüsselparameter der Sömmerungsnachfrage. *Agrarforschung Schweiz* 3 (4), 194–201.
- Homburger H., Schneider M. K., Hilfiker S., Scherer-Lorenzen M. & Lüscher A., 2012. Measuring grazing intensity in heterogeneous pastures using GPS-tracking. *Grassland Sci. in Europe* 17, 213–215.
- 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. *J. Nat. Conserv.* 16, 12–25.
- Peter M. & Lüscher A., 2009. Magerwiesen der Alpen: Floristische Veränderung in 25 Jahren. *Agrarforschung* 16 (3), 76–81.
- Rue H., Martino S. & Chopin N., 2009. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *J. Royal Stat. Soc. B* 71, 319–392.
- Schneider M. K., Homburger H., Scherer-Lorenzen M. & Lüscher A., 2011. Survey of the biodiversity-productivity relationship in Swiss summer pastures. *Grassland Sci. in Europe* 16, 487–489.

Riassunto**Intensità di pascolo e prestazioni ecosistemiche nella regione alpestre**

Nella regione d'estivazione l'intensità di pascolo rappresenta uno dei principali elementi a disposizione del gestore per esercitare un'influenza su vegetazione e prestazioni ecosistemiche. Essa, però, è difficilmente quantificabile sui pascoli alpestri estesi ed eterogenei. Abbiamo pertanto cercato di misurare l'intensità di pascolo su piccola scala su due alpeggi con mucche da latte nel Canton Obwalden e in Bassa Engadina con l'aiuto di GPS. I due alpeggi si distinguono per le condizioni ambientali e la gestione del pascolo. In entrambi i casi l'intensità di pascolo su piccola scala è fortemente determinata dalle caratteristiche naturali del luogo, come la pendenza del terreno, la qualità del foraggio e la distanza dalla stalla e dalle fonti d'acqua. Un effetto della gestione sull'intensità del pascolo su piccola scala è visibile soltanto sull'alpeggio che pratica il pascolo a rotazione con spostamenti frequenti. Qui è anche riconoscibile una correlazione negativa tra intensità di pascolo e diversità floristica. Sull'alpeggio con parcelle estese e pascolo più libero, le prestazioni ecosistemiche sono invece ampiamente determinate dalle condizioni ambientali e dalla manutenzione del pascolo. Ciò mostra la necessità di una gestione del pascolo assidua allo scopo di condizionare le prestazioni ecosistemiche degli alpeggi attraverso l'intensità di pascolo.

Summary**Grazing intensity and ecosystem services in the alpine region**

In the alpine summer-grazing area, grazing intensity is one of the most important management variables controlling vegetation and ecosystem services. In spite of this, grazing intensity is difficult to quantify on large, heterogeneous alpine pastures. For this reason, local grazing intensity on two alpine summer dairy farms in the canton of Obwalden and in the Lower Engadine, Switzerland, were quantified by means of GPS tracking. The two farms differed in terms of environmental conditions and grazing management. Local grazing intensity on both farms was strongly determined by natural conditions such as slope of the terrain, forage quality, and distance to sheds and water sources. An effect of grazing management on local grazing intensity was only detectable on the farm where strict rotational grazing is practised. On this farm, a negative correlation was also found between grazing intensity and plant species richness. By contrast, ecosystem services on the summer-grazing farm with large pasture plots and free-range grazing were largely determined by environmental conditions and pasture management. This shows that strict grazing management is necessary in order to control the provision of ecosystem services on summer-grazing pastures via grazing intensity.

Key words: grazing, subalpine pastures, GPS, INLA, ecosystem services.