

# Der Verlust von Arten wirkt sich negativ auf die Futterproduktion aus

Andreas Stampfli <sup>1,2</sup> und Michaela Zeiter <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, 3052 Zollikofen

<sup>2</sup>Institut für Pflanzenwissenschaften Universität Bern, 3013 Bern

Auskünfte: Andreas Stampfli, E-Mail: andreas.stampfli@bfh.ch, Tel. +41 31 910 21 98



Blick vom Weiler Cragno auf die südexponierten Trockenwiesen des Landwirtschaftsbetriebs von Pree am Monte Generoso, im Juli 1990. Am rechten Rand ist in den verlassenen Wiesen zwischen Birken die Untersuchungsfläche von Poma zu erkennen. (Foto: Andreas Stampfli, SHL).

## Einleitung

Seit der globale Artenrückgang in den 1990er Jahren zu einer Angelegenheit von grossem öffentlichem Interesse avancierte, beschäftigen sich Ökologen mit der Frage, ob und wie der Verlust an Arten die funktionellen Eigenschaften und Dienstleistungen der Ökosysteme beeinträchtigt (Lepš 2005). Zur Bestimmung des kausalen Zusammenhangs zwischen Artenvielfalt und Produktivität wurden in Experimenten auf mehreren Kontinenten unterschiedlich artenreiche, synthetische Pflanzenge-

meinschaften herangezogen. Die wissenschaftliche Debatte zeigte jedoch, dass sich die Ergebnisse und Schlussfolgerungen solcher Studien nicht auf natürliche Grasland-Ökosysteme übertragen lassen (Grace *et al.* 2007).

Deshalb bestimmen wir die Auswirkungen des Artenrückgangs auf die Produktivität in einer natürlichen Pflanzengemeinschaft. Nach einer Periode ohne Bewirtschaftung verfolgten wir über zwei Jahrzehnte die Vegetations- und Ertragsentwicklung und vergleichen diese mit der Ertragsentwicklung in einer Referenz-Wiese.

### Fallstudie am Monte Generoso

Ökonomische Veränderungen führten in der Schweiz während der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu einer raschen Umstellung der Wiesenbewirtschaftung und zur Überbauung von Trockenwiesen an begehrten Wohnlagen. Magere und artenreiche Wiesen wurden oft entweder intensiviert oder aufgegeben, was viele Pflanzen- und Tierarten zum Verschwinden brachte, so dass Bund und Kantone in den 1980er Jahren erste Inventare ausarbeiten liessen. Darauf abgestützte Zahlungen an Bewirtschafter sollten zur Erhaltung der noch übriggebliebenen artenreichen Lebensräume beitragen (Hedinger und Eggenberg 2008). In der Südschweiz, wo der Rückgang durch Vergandung besonders stark war, widmete sich ein Nationalfonds-Forschungsprojekt der Universität Bern verschiedenen Aspekten des Wandels der Magerwiesen aufgrund von Veränderungen der Bewirtschaftung; zur Untersuchung der Vegetationsentwicklung wurden Flächen auch gezielt verändert bewirtschaftet (Antognoli *et al.* 1995). Wir berichten hier über zwei einander benachbarte, 980 und 990 m ü. M. gelegene Untersuchungsflächen in Pree und Poma am Monte Generoso. In Pree werden 3,3 ha Trockenrasen von nationaler Bedeutung bis heute kontinuierlich als Wiese und Weide bewirtschaftet. Die Nutzung von Poma war während 20 Jahren (1968–1987) unterbrochen. An verhältnismässig steilen Hängen etablierten sich bald Birke und Hasel und an gehölzfreien Stellen breitete sich die Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*) aus und verdrängte mit ihrem dichten Streufilz viele Arten (Abb. 1). Die häufigsten Arten (*Brachypodium pinnatum*, *Potentilla erecta*, *Asphodelus albus*) verfügen über stark ausgebildete unterirdische Reserveorgane. Kleine Untersuchungsflächen in der Trockenwiese von Pree zeigten nach Unterbruch der Mahd eine Zunahme dieser Arten (Stampfli und Zeiter 2001), was auf eine verhältnismässig geringe Schnittempfindlichkeit dieser Arten hinweist und die Wichtigkeit von Reserven für das Überleben in Graslandbrachen mit dichtem Streufilz unterstreicht. Auf einer gehölzfreien, leicht südwestlich geneigten Fläche in Poma, in einer Entfernung von 50–100 m zur Trockenwiese von Pree, nahmen wir 1988 die regelmässige Mahd wieder auf und setzen sie bis heute fort.

Die Wiederaufnahme der Mahd zeigte in den ersten zehn Jahren überraschend geringe Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung der eingezäunten Untersuchungsfläche. Die Dominanz der Fiederzwenke war ungebrochen und die Neubesiedlung aus Populationen, die weiter als 25 m entfernt lagen, schien unbedeutend (Stampfli und Zeiter 1999). Aussaatexperimente in den Jahren 1995, 1998 und 1999 mit Arten, die in Pree und

### Zusammenfassung

Wir untersuchen den Zusammenhang zwischen dem Verlust von Arten, dem Funktionieren eines Grasland-Ökosystems und der Futtererzeugung. Unser Untersuchungsgebiet liegt am Monte Generoso im Kanton Tessin und besteht aus zwei benachbarten, ungedüngten Trockenwiesen in Pree und Poma. Beide dienten noch um 1950 als Grundlage für je einen Milch produzierenden Familienbetrieb. Während die Wiese von Pree bis heute regelmässig gemäht wird, veränderte sich jene in Poma nach einem Bewirtschaftungsunterbruch von 1968 bis 1987 in ein Mosaik aus Birkenwald, Haselgebüsch und Grasbrache mit Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*). Viele Wiesenarten und die wertvollsten Futterpflanzen gingen dabei verloren. Seit 1988 mähen wir eine ca. 200 m<sup>2</sup> grosse, gehölzfrei gebliebene Fläche wieder regelmässig und bestimmen Artenzusammensetzung und Pflanzenmasse. Die vorerst ungebrochene Vorherrschaft der Fiederzwenke nahm über 20 Jahre allmählich ab, während die verdrängten Wiesenarten sich kaum wieder ansiedelten. Damit fiel der Ertrag um 45 % zurück und liegt jetzt deutlich unter dem Wert der artenreichen, nicht gedüngten Trockenwiese von Pree. Artenvielfalt versichert somit die Produktion von Futter, das durch extensive Bewirtschaftung von Grasland gewonnen werden kann.



Abb. 1 | Grasbrache mit Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*, hellgrün) und blühendem Weissen Affodill (*Asphodelus albus*), Poma im Mai 1985 (Foto: Andreas Stampfli, SHL).

teilweise auch in anderen südalpinen Trockenwiesen gesammelt wurden, bestätigten die Hypothese, dass sich Wiesenarten etablieren können, wenn ihre Samen auf die Untersuchungsfläche gelangen (Stampfli und Zeiter 1999, Zeiter *et al.* 2006, Zeiter und Stampfli 2008).

Wir setzten die Untersuchung fort und berichten hier nach weiteren zehn Jahren über die Vegetationsentwicklung. Bleibt die von Briemle und Ellenberg (1994) als wenig schnittverträglich eingestufte Fiederzwenke langfristig dominant? Können schnitttolerantere Wiesenarten die Untersuchungsfläche erreichen und sich erfolgreich etablieren und ausbreiten? Falls die Fiederzwenke geschwächt und nicht durch andere Arten ersetzt würde, müsste eine Abnahme der Produktivität resultieren. Wir überprüfen diese These im Vergleich mit Referenzwerten aus der benachbarten Trockenwiese.

## Methode

Das Bewirtschaftungsexperiment in Pree dauerte von 1988–2003, jenes in Poma von 1988 bis heute. Nicht gedüngte Teilflächen, die jährlich im Juli gemäht und nicht für Aussaatexperimente verwendet wurden (Stampfli 1993, Stampfli und Zeiter 1999, Zeiter *et al.* 2006), bilden die Grundlage für diese Arbeit. Die Artenzusammensetzung bestimmten wir mit der Punktmethode (Stampfli 1991): in Pree einmal (Anfang Juli 1996), in Poma jährlich von 1988–1991 und danach alle zwei Jahre bis 2007 (Anfang Oktober). Das Vorkommen der Arten an Punkten im Abstand von 20 cm wurde mit Hilfe einer 3 mm dicken Stahlnadel bestimmt (Abb.2). In Pree repräsentieren 900 Punkte 36 m<sup>2</sup> (vier Flächen von 3 m × 3 m), in Poma 456 Punkte eine Fläche von 18,2 m<sup>2</sup> (1,2 m × 15,2 m, Stampfli und Zeiter 1999, 2001). Wir bestimmten den Deckungswert oder genau genommen die Frequenz einer Art als Anzahl aus 900 beziehungsweise 456 Punkten, an welchen die Art die Stahlnadel berührt, und die Frequenzsumme aller Arten. Wir berechneten die relativen Anteile der Fiederzwenke und der Artengruppen «übrige Gräser», «Sauergräser» und «Kräuter» an der Frequenzsumme und verglichen die Artenzusammensetzung in Pree und Poma anhand der Anzahl Arten mit einem Anteil > 0,5% an der Frequenzsumme.

Die Pflanzenmasse bestimmten wir jährlich unmittelbar vor dem Mahdtermin durch Abmessen der standardisiert getrockneten (80°C, 24 h) Ernte von 1 m langen und 9 cm breiten Probeflächen. In jeder der vier Teilflächen von Pree (4 × 20 m<sup>2</sup>) legten wir die Ernte von je fünf Probeflächen zusammen. In der Teilfläche von Poma (ca. 100 m<sup>2</sup>) schnitten wir zehn Probeflächen und bestimmten die Pflanzenmasse für jede einzeln oder, in

den Jahren 1994, 2000, 2002, 2004, 2006, von zehn zusammgelegten Proben. Wir analysierten die Entwicklung der Produktivität als linearen zeitlichen Trend der logarithmierten Pflanzenmasse.

## Resultate

Nach Wiederaufnahme der Mahd in Poma zeigte die Fiederzwenke einen um vier Jahre verzögerten kontinuierlichen Rückgang über zwölf Jahre während die Frequenzsumme aller Arten auf das Doppelte anstieg (Abb. 3). Kräuter nahmen stark, Sauergräser (*Carex* spp. und *Luzula campestris*) und Gräser (hauptsächlich *Danthonia decumbens*) weniger stark zu. Die Anzahl Arten nahm in allen Artengruppen zu: bei den Kräutern von fünf auf 15, den Sauergräsern von eins auf vier und bei den übrigen Gräsern von null auf zwei. Nach 20 Jahren fehlen jedoch Gräserarten, die sich durch einen hohen Futterwert auszeichnen, immer noch weitgehend. Im Vergleich mit der ununterbrochen bewirtschafteten Trockenwiese von Pree fehlen die Gräser *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis capillaris*, *Avenula pubescens*, *Bromus erectus*, *Briza media*, *Festuca ovina*, *Festuca tenuifolia*, *Trisetum flavescens*.

Die Pflanzenmasse nahm nach Wiederaufnahme der Mahd signifikant ab, der Rückgang über 20 Jahre von 1988–2007 beträgt 45 % (Abb. 4). Im Vergleichsintervall 1988–2003 beträgt der Rückgang in Poma 39 % ( $P < 0.01$ ) während in Pree keine signifikante Veränderung festgestellt wurde.

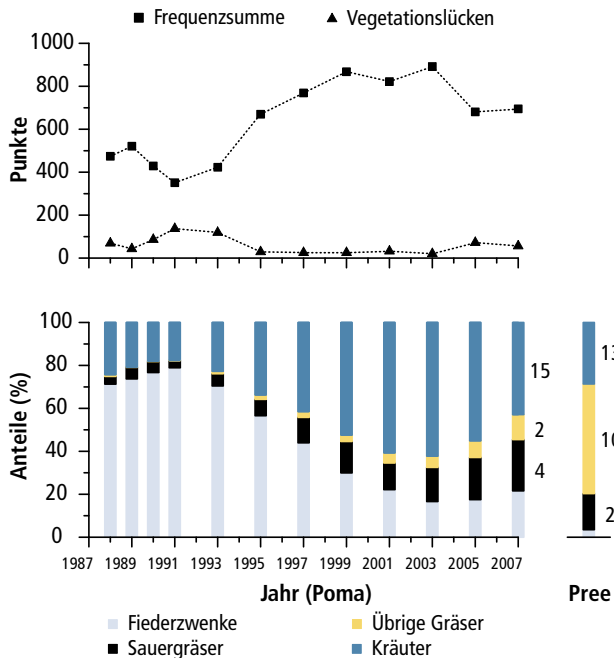
## Diskussion

Die Variabilität der Pflanzenmasse von Jahr zu Jahr reflektiert in erster Linie die Variabilität des Wetters. Die Pflanzenmasse ist in feuchten Jahren (1988, 1999, 2000, 2001) erhöht und in trockenen Jahren (1991, 1997,



Abb. 2 | Vegetationsaufnahme mit der Punktmethode in Poma im Oktober 2007 (Foto: Andreas Stampfli, SHL).





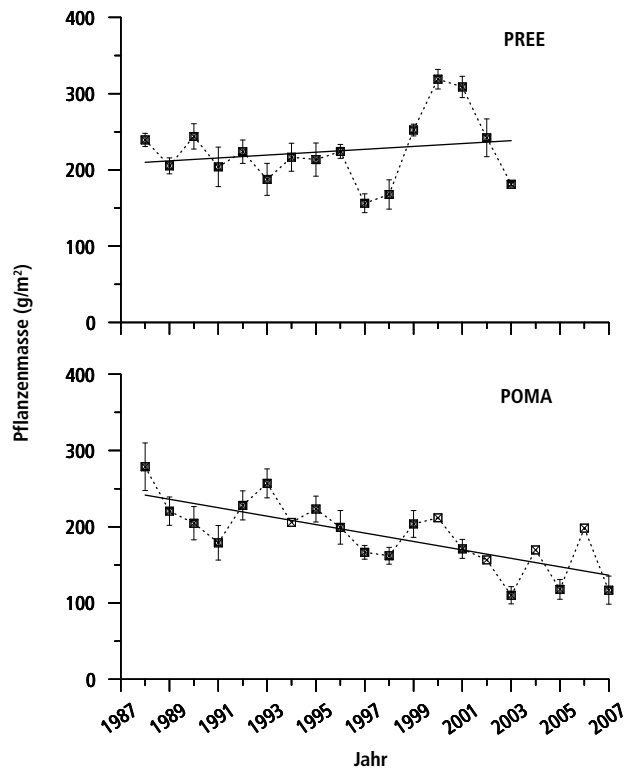
**Abb. 3 |** Frequenzsumme aller Arten, Vegetationslücken (obere Grafik) und Anteile der Fiederzwenke und Artengruppen Sauergräser, übrige Gräser und Kräuter an der Frequenzsumme auf der Untersuchungsfläche in Poma (456 Punkte) und in den ungedüngten Flächen der Trockenwiese Pree (900 Punkte), mit Anzahl Arten (rechts).

1998, 2003) gering. Das Minimum der Frequenzsummen-Kurve und das Maximum der Vegetationslücken-Kurve zeigen die geringe Pflanzendichte des Bestandes nach der Sommerdürre von 1991. Dieses Ereignis fällt mit dem Beginn von Veränderungen in der Artenzusammensetzung der Vegetation von Poma zusammen. Langzeitstudien im Bleanotal zeigten, dass Sommerdürren bleibende Vegetationsveränderungen in Trockenwiesen auslösen können, die durch unterschiedliche Keimungs- und Etablierungserfolge der Arten erklärbar sind (Stampfli und Zeiter 2004, 2008). Der trockene Sommer 1991 zeigte aber auf die Produktivität in Pree keinen langfristig negativen Einfluss, die Wiese reagierte in den feuchten Jahren um die Jahrtausendwende mit einem deutlich grösseren Ertragszuwachs als die Vegetation von Poma.

Wir interpretieren die Abnahme der Pflanzenmasse in Poma als eine Folge des Entzugs von Assimilaten durch die jährliche Mahd von schnittempfindlichen Arten. Während der Brache-Periode konnten diese in den unterirdischen Pflanzenorganen der dominanten Arten als Reserve gespeichert werden. Der Vergleich mit der nicht gedüngten, benachbarten Trockenwiese in Pree zeigt, dass unter den gegebenen klimatischen Bedingungen ein Produktivitätsrückgang nicht zwingend

ist, sofern Arten, die an die Lebensbedingungen in einem Trockenrasen angepasst sind, vorhanden sind.

Die Abnahme der Produktivität und des Futterwerts des Grasland-Bestandes von Poma ist somit eine Folge des Rückgangs der Fiederzwenke aber auch des früheren Verlusts von schnittverträglichen Arten, oder der fehlenden Möglichkeiten dieser Arten zur Wiederbesiedlung. Die Chance einer Besiedlung durch Samen wurde in dieser Studie zwar durch einen Maschenzaun und den Ausschluss von weidenden Ziegen und Kühen herabgesetzt, trotzdem erstaunt der geringe Etablierungserfolg aus spontaner Verbreitung über eine Entfernung von nur 50–100 m. Nach drei Jahrzehnten Brache zeigte eine Untersuchung der Bodensamenbank in einer benachbarten Teilfläche in Poma nur eine geringe Anzahl typischer Wiesenarten und eine verhältnismässig geringe Samendichte (Holzer 2000, Stampfli und Zeiter unpubl. Daten). Arten aus Trockenwiesen wurden im Herbst 1998 und 1999 in einer andern benachbarten Teilfläche von Poma regelmässig ausgesät (48 000 Samen auf 10,8 m<sup>2</sup>). Nach drei Jahren resultierte nur ein unbedeutender Produktivitätszuwachs, immerhin kamen neun von 22 gesäten Wiesenarten zum Blühen (Zeiter et al. 2006). Samen der Aufrechten Trespe (*Bromus erectus*), eine in vielen Trockenwiesen häufige Gras-Art, »



**Abb. 4 |** Variabilität der Pflanzenmasse in Pree (1988-2003, Trend nicht signifikant) und Poma (1988–2007, Trend  $P < 0,001$ ).

wurden für diesen Versuch an drei Lokalitäten gesammelt. Dabei etablierten sich die Pflanzen lokaler Herkunft in Poma besser, als die Pflanzen aus den zwei entfernter gelegenen Tessiner Trockenrasen (Zeiter und Stampfli 2008).

Die Bedeutung der Artenvielfalt für das Funktionieren eines Ökosystems wird an diesem Fallbeispiel nach 20 Jahren deutlicher sichtbar. Da die Anzahl Arten und die Grösse der Pflanzenpopulationen mit wiesenspezifischen Eigenschaften ungenügend war, sanken der Ertrag und der Futterwert unter das Niveau in einer gemähten Trockenwiese.

## Schlussfolgerungen

Der Artenverlust in einer Trockenwiese, der durch einen Bewirtschaftungs-Unterbruch von 20 Jahren verursacht wurde, konnte nach Wiederaufnahme der Bewirtschaftung in 20 Jahren nicht mehr wettgemacht werden und führte zu einer stark verminderten Produktivität. Trotz der räumlichen Nähe geeigneter Populationen erfolgte die spontane Einwanderung von Wiesenarten sehr viel langsamer als die Verdrängung dieser Arten nach dem Unterbruch der Nutzung. Zur langfristigen Absicherung des Ertrages, einer von vielen Dienstleistungen, die extensiv bewirtschaftetes Grasland in Bergregionen erbringt, sollte eine sorgfältige Nutzung von artenreichen Wiesen auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten unbedingt fortgesetzt werden. Solange lokale Pflanzensippen nicht endgültig verdrängt sind, kann somit die Möglichkeit zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit extensiver Wiesen durch Einsaat von Samen lokaler Herkunft, bewahrt werden. ■

### Literatur

- Antognoli C., Lörtscher M., Guggisberg F., Häfelfinger S. & Stampfli A., 1995. Tessiner Magerwiesen im Wandel. Schriftenreihe Umwelt 246. 134 S.
- Briemle G. & Ellenberg H., 1994. Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. *Natur und Landschaft* **69**, 139–147.
- Grace J.B., Anderson T.M., Smith M.D., et al. 2007. Does species diversity limit productivity in natural grassland communities? *Ecology Letters* **10**, 680–689.
- Lepš J., 2005. Diversity and ecosystem function. In: *Vegetation Ecology* (Ed. E. van der Maarel), Blackwell Publishing, Malden, 199–237.
- Hedinger C. & Eggenberg S., 2008. Das Inventar der Trockenwiesen und –weiden. Erster Schritt zur Erhaltung eines nationalen Schatzes. In: *Trockenwiesen und –weiden, Hotspot* **18**, 4–5. Forum Biodiversität Schweiz, Bern.
- Holzer B., 2000. Untersuchungen zur Langlebigkeit von Diasporen im Boden: Ein Aspekt bei der Beurteilung der Restaurierungschancen artenreicher Wiesen aus Graslandbrachen. Diplomarbeit Universität Bern.
- Stampfli A., 1991. Accurate determination of vegetational change in meadows by successive point quadrat analysis. *Vegetatio* **96**, 185–194.
- Stampfli A., 1993. Veränderungen in Tessiner Magerwiesen: Experimentelle Untersuchungen auf Dauerflächen. Dissertation Universität Bern.

### Kasten 1 | Bewirtschaftungsgeschichte von Pree und Poma

Pree und Poma waren zu Beginn des 20. Jahrhunderts in mehrere Parzellen unterteilt und dienten Familien des benachbarten Weilers Cragno zur Heuproduktion. Die artenreichen Parzellen von Pree wurden in den 1930er Jahren von der Familie Gianolli erworben und dienten in ihrem Zweistufenbetrieb weiterhin der Heuproduktion. Auch die Wiesen von Poma waren damals noch sehr artenreich. Nach Auskunft von Giacomo und Dina Gianolli bewirtschaftete die Familie Cereghetti die Wiesen bis Ende der 1950er Jahre sehr sorgfältig, wobei die Kühe im Winter in den Ställen von Poma gefüttert wurden. Nachdem Cereghettis ihren Betrieb 1957 verlassen hatten, benutzten Gianollis die Wiesen von Poma bis 1968 als Kuhweide. Nach dem Tod von Giacomo Gianollis Vater wurde Poma ganz aufgegeben. Angelo Gropetti erwarb 1989 Alpe Pree und führte die Bewirtschaftung der südexponierten Trockenwiesen (Mahd im Juli, Beweidung im Spätsommer) weiter. Zur Vergrößerung der Betriebsfläche erwarb er 1996 Poma, rodete die Gehölze und nutzte die Fläche als Wiese und Weide.

- Stampfli A. & Zeiter M., 1999. Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reversed by mowing. A case study from the southern Alps. *Journal of Vegetation Science* **10**, 151–164.
- Stampfli A. & Zeiter M., 2001. Species responses to climatic variation and land-use change in grasslands of southern Switzerland. In: *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales* (Ed. C.A. Burga & A. Kratochwil). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 107–124.
- Stampfli A. & Zeiter M., 2004. Plant regeneration directs changes in grassland composition after extreme drought: a 13-year study in southern Switzerland. *Journal of Ecology* **92**, 568–576.
- Stampfli A. & Zeiter M., 2008. Mechanisms of structural change derived from patterns of seedling emergence and mortality in a semi-natural grassland. *Journal of Vegetation Science* **18**, 563–574.
- Zeiter M., Stampfli A. & Newbery D.M., 2006. Recruitment limitation constrains local species richness and productivity in dry grassland. *Ecology* **87**, 942–951.
- Zeiter M. & Stampfli A., 2008. Long-term assessment of seed-provenance effect on the establishment of the perennial grass *Bromus erectus*. *Journal of Vegetation Science* **18**, 821–830.

**Riassunto****La scomparsa delle specie riduce la produzione di foraggio**

Questo studio analizza le relazioni tra la scomparsa di specie, il funzionamento di un ecosistema prativo, e la produzione di foraggio. Il sito di ricerca si trova sul Monte Generoso nel cantone Ticino. Si tratta di due prati secchi non fertilizzati, situati ai luoghi chiamati Pree e Poma. Entrambi i prati, ancora attorno al 1950, costituivano la base per la produzione foraggiera di due aziende agricole lattiere familiari. Mentre il prato di Pree è tuttora falciato regolarmente, quello di Poma si è trasformato, a seguito dell'interruzione della gestione agricola tra il 1968 e il 1987, in un mosaico formato da bosco di betulle, cespugli di nocciolo e una cotica erbosa dominata da paléo comune (*Brachypodium pinnatum*). A causa dell'abbandono sono scomparse numerose specie vegetali tipiche dei prati falciati e pure le specie con maggior rendimento agricolo. Dal 1988 abbiamo ripreso a falciare regolarmente una superficie di circa 200 m<sup>2</sup> e osservato la composizione delle specie e la resa. Sull'arco di 20 anni la predominanza del paléo è progressivamente diminuita, ma le specie scomparse dalla cotica non hanno ricolonizzato la superficie lavorata. Di conseguenza, la produzione vegetale è diminuita del 45%. La resa attuale è nettamente inferiore a quella del prato secco di Pree ricco di specie. La diversità delle specie assicura quindi la produzione di foraggio dei prati gestiti in modo estensivo.

**Summary****Species loss has negative consequences in fodder production**

In this study, the link between species loss, the functioning of a grassland ecosystem and the production of fodder is investigated. The study area is located on the slope of Monte Generoso in Ticino and consists of two adjacent meadows at Pree and Poma. In 1950 two smallholder dairy farms were still based on these meadows, one farm on each meadow. Whereas mowing has been carried out regularly in Pree until today, the meadows of Poma changed after a period of interrupted mowing (1968-1987) into a mosaic of birch woodland, hazel shrubs and fallow grassland dominated by tor grass (*Brachypodium pinnatum*). Many specialist species of meadows, including the most valuable fodder plants, were lost. Since 1988 an area without woody plants of c. 200 m<sup>2</sup> has been regularly mowed and species composition and phytomass monitored. The initially unbroken dominance of tor grass decreased over 20 years while the displaced species hardly reestablished themselves. The standing crop was reduced by 45% during the same period and is now below the level of the standing crop in the species-rich, unfertilized dry meadow at Pree. Thus, species richness ensures the production of fodder that can be gained from unimproved grassland.

**Key words:** abandonment, community stability, dispersal limitation, dry meadows, grassland restoration.