

Bewässerungsanlagen als Ursache für die Nutzungsintensivierung von Grünland im Engadin

Roman Graf, Pius Korner und Simon Birrer
Schweizerische Vogelwarte Sempach, 6204 Sempach
Auskünfte: Roman Graf, E-Mail: roman.graf@vogelwarte.ch



Wiesenbewässerung in Scuol, Unterengadin. (Foto: Roman Graf)

Einleitung

Das Engadin ist ein Hotspot der Biodiversität (Schmid *et al.* 2000). Rund die Hälfte der landwirtschaftlich genutzten Fläche unterhalb der Waldgrenze wird auch heute noch extensiv bis wenig intensiv als Grünland genutzt (Graf *et al.* 2014). Bei vielen Landwirtschaftsbetrieben der Region machen Biodiversitätsförderflächen 40 bis 70 % der Betriebsfläche aus. Extensiv und wenig intensiv genutzte Bergwiesen sind bekannt für hohe Artenvielfalt und das Vorkommen gefährdeter Arten. Artenärmer und naturschutzfachlich meist wenig bedeutend sind die «intensiven Matten» (Baur *et al.* 1996, Studer 1971). Zahlreiche Tierarten, welche im Mittelland und in anderen Bergregionen selten geworden sind, kommen im Engadin noch in beachtlichen Beständen vor. Bekanntestes Beispiel dafür ist das Braunkehlchen *Saxicola rubetra*, eine bodenbrütende Vogelart, die nirgends in der Schweiz so grosse Bestandsdichten erreicht wie im Unterengadin (Müller 1996).

Der Intensivierungsschub im Futterbau, welcher weite Teile des Alpenraums erfasst hat, wirkte aber auch im Engadin. Seit 1987/88 gingen in dieser Talschaft unterhalb der Waldgrenze 22 % der Fläche mit für nährstoffarme Standorte typischer Vegetation verloren.

Überdurchschnittlich grosse Verluste wurden in Gebieten festgestellt, in denen neue Meliorationsprojekte durchgeführt wurden (Graf *et al.* 2014). In inneralpinen Lagen mit wenig Niederschlag ist die Errichtung moderner Bewässerungsanlagen ein zentrales Element von Meliorationsprojekten. Gleichzeitig ist gemäss «Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft – Arten und Lebensräume» die Erhaltung und Förderung der traditionellen Kulturlandschaft mit den vielfältigen Kleinstrukturen und Trockenwiesen im Unterengadin ein Schwerpunkt (Walter *et al.* 2013).

Wegen seiner grossen Bedeutung für die Biodiversität ist das Engadin eine bevorzugte Region für die Erforschung landschaftsökologischer Themen. Die Schweizerische Vogelwarte führt dort ein langfristig und grossflächig angelegtes Landschafts- und Brutvogelmonitoring durch. Resultate aus diesem Projekt erlauben es, die Auswirkungen von Bewässerungsanlagen auf Vegetation und Nutzungsintensität abzuschätzen. Die Beschreibung dieses Zusammenhanges ist Inhalt der vorliegenden Arbeit.

Material und Methode

Untersuchungsgebiet und Bewässerung

Das Untersuchungsgebiet umfasst 24 Untersuchungsflächen mit total 1253 ha (Abb. 1). Sie liegen zwischen Martina und Silvaplana im Engadin und sind über alle Höhenlagen mit Mähwiesennutzung gleichmässig verteilt. Es handelt sich also um eine repräsentative Auswahl von Engadiner Wiesengebieten. Die Verteilung der Untersuchungsflächen bezüglich Höhe, Steigung und Distanz zum nächsten Dorf oder Landwirtschaftsbetrieb sind in Abbildung 2 dargestellt. Ortskundige Personen zeichneten auf Karten ein, welche Flächen mit Sprinkleranlagen bewässert werden. Bei Unsicherheiten wurde die Grösse der bewässerten Fläche direkt mit den Bewirtschaftern geklärt. Erfragt wurde zudem, seit wann die Anlage in Betrieb ist.

Vom Untersuchungsgebiet (1253 ha) wurden für die vorliegende Analyse alle Flächen ausgeschlossen, welche höher (> 1680 m ü. M.), steiler (> 32 %) oder weiter von Siedlungen entfernt (> 1200 m) sind als die diesbezüg-

lich extremsten bewässerten Gebiete (Abb. 2). Durch diese Einschränkung wurden vier Untersuchungsflächen ganz ausgeschlossen, und die verbleibende Fläche beträgt 870 ha (Abb. 1).

Vegetations-, Intensitäts- und Nutzungsaufnahmen

In allen Untersuchungsflächen wurden Vegetation und Nutzungsintensität 1987/88 und 2009/10 kartiert. Die Flächen wurden vollständig abgesprochen und festgestellte Vegetations- und Nutzungsgrenzen wurden auf Karten eingezeichnet. Flächen mit homogener Vegetation und einheitlicher Nutzungsintensität nennen wir «Parzellen». Pro Untersuchungsfläche wurden 60 bis 277 Parzellen unterschieden. Nach einer für unsere Zwecke angepassten Version des Schlüssels von Dietl *et al.* 1981 unterschieden wir 14 Vegetationstypen (Schweizerische Vogelwarte 2008). Für die Beurteilung der Nutzungsintensität bei der Kartierung 2009/10 wurde eine verfeinerte Version des Schlüssels von 1987/88 mit den fünf Intensitätsstufen «übernutzt», «intensiv bis mittelinintensiv», «wenig intensiv», «extensiv» und «brach, vergandend» verwendet. Damit die Kartierungen von 2009/10 mit jenen von 1987/88 vergleichbar bleiben, wurden diese fünf Stufen für die vorliegende Arbeit gemäss Tabelle 1 zu den drei Klassen «intensiv», «wenig intensiv bis extensiv» und «vergandend» zusammengefasst. In beiden Kartierungen wurden Übergangsbestände, deren Nutzungsweise zwischen wenig und mittel intensiv war, der Intensitätsstufe «wenig intensiv» zugeordnet. Solche Übergangsbestände waren bei der Erstkartierung zum Beispiel unterhalb von Sent recht häufig, und ihre Nutzungsintensität wurde von Botanikern, die dort in den 1980er-Jahren kartierten, zum Teil unterschiedlich beurteilt (M. Schneider, ART Reckenholz briefl.).

Die Bezeichnungen für die verschiedenen Intensitätsstufen werden ähnlich, aber nicht genau gleich, verwendet wie bei Dietl *et al.* (1992) oder in Artikel 44 der Direktzahlungsverordnung (DZV) (Caillet-Bois *et al.* 2014). Die Abweichungen sind wie folgt zu erklären. Bei Dietl *et al.* stehen der futterbauliche Wert und die Nutzungsperspektiven im Vordergrund. In der DZV wird die Nutzungsintensität direkt, d.h. aufgrund der vom Landwirt vorgenommenen Bewirtschaftungsmassnahmen definiert. Bei unseren Kartierungen hingegen stand der naturschützerische Wert im Vordergrund, und wir schliessen von einer beobachteten Vegetation auf eine vermutete Bewirtschaftungsintensität.

Darstellung der Bewässerungssituation

Wir legten ein Punkteraster mit 25 m Punktabstand über die Untersuchungsflächen. Aus unseren Untersuchungen kennen wir für jeden Punkt den Vegetationstyp, die

Zusammenfassung ■ Im Rahmen eines Langzeitprojektes wurde im Engadin auf 20 Untersuchungsflächen von insgesamt 870 ha die Entwicklung der Vegetation und der Nutzungsintensität in bewässerten und nicht bewässerten Gebieten verglichen. Der Fokus lag dabei auf der Veränderung des Anteils extensiv bis wenig intensiv genutzter Mähwiesen (darin enthalten sind auch einige Übergangsbestände zur mittelinintensiven Nutzung). Dafür standen entsprechende Kartierungen aus den Jahren 1987/88 und 2009/10 zur Verfügung. Wir stellten fest, dass nicht nur ältere, sondern auch die neusten Sprinkleranlagen in Gebieten errichtet wurden, die einen grossen Anteil an extensiv und wenig intensiv genutzten, naturschützerisch wertvollen Wiesen enthalten. Bei Anlagen aus den 1980er-Jahren lag der Anteil der extensiv und wenig intensiv genutzten Matten vor Beginn der Beregnung bei 40 %, bei solchen aus den Jahren 2009/10 bei 56 %. Unter den Anlagen aus den 1980er-Jahren nahm der Anteil der extensiv und wenig intensiv genutzten Matten seither drastisch auf 13,5 % ab. Bei den neueren Anlagen ist ein solcher Effekt noch nicht zu beobachten. In Untersuchungsflächen mit Bewässerungsanlagen war auch ausserhalb des bewässerten Gebietes eine Intensivierung feststellbar. Umgekehrt hat der Anteil der extensiv und wenig intensiv genutzten Matten in allen Untersuchungsflächen ohne Bewässerungsanlagen zugenommen. Die von Projektanten oft geäusserte Behauptung, dass neue Bewässerungsanlagen einzig der Ertrags-sicherung in Trockenjahren dienen und keine Nutzungsintensivierung zur Folge haben, trifft für unser Untersuchungsgebiet nicht zu.



Abb. 1 | Lage der Untersuchungsflächen (total 870 ha) im Unterengadin und Lage der bewässerten Flächen.

Intensität der Nutzung und ob, beziehungsweise seit wann dort bewässert wird. Die Standortparameter (Höhe über Meer, Geländeneigung und Distanz zur Siedlung) wurden in einem GIS ermittelt. Bewässerte und nicht bewässerte Standorte wurden bezüglich der zwei aggregierten Vegetationseinheiten «extensiv bis wenig intensiv genutzte Matten» und «intensiv genutzte Matten» verglichen. Die übrigen kartierten Vegetationseinheiten (z. B. Weiden, Trockenrasen, Gehölze, Äcker) sind im Kontext der vorliegenden Arbeit irrelevant, da sie im Engadin nur selten bewässert werden.

Für die Darstellung der Daten wurde die Anzahl Standorte mit gleicher Nutzung (d.h. extensiv bis wenig intensiv bzw. intensiv genutzt) und Bewässerungssituation summiert und für die Umrechnung in Flächen mit 625 m² (25 m × 25 m) multipliziert.

Resultate

Bewässerung

Zum Zeitpunkt der zweiten Kartierung waren 160 ha mit Sprinklern ausgerüstet. Das sind 18,3 % des Untersuchungsgebietes von 870 ha. In 9 der 20 Untersuchungsflächen befand sich gar keine Bewässerungsanlage, in den übrigen elf Untersuchungsflächen wurden zwischen 7 und 59 % der Fläche bewässert. Wir unterschieden vier Perioden, in welchen die Bewässerungsanlagen in Betrieb genommen wurden (Abb. 3).

- a) 1950–1976, also mindestens zehn Jahren vor der ersten Kartierung 1987/88: 53,3 ha
- b) zwischen 1980 und 1989 also weniger als zehn Jahren vor der ersten Kartierung: 91,9 ha
- c) zwischen 2002 und 2007, also zwischen den beiden Kartierungen 1987/88 und 2009/10: 14,8 ha
- d) seit 2010, also erst nach der zweiten Kartierung 2009/10: 34 ha

Einfluss der Bewässerung auf die extensiv und wenig intensiv genutzten Matten

Die Entwicklung des Anteils extensiv und wenig intensiv genutzter Matten war stark abhängig davon, ob und seit wann bewässert wurde. In Gebieten, welche schon lange mit Sprinklern bewässert werden (d.h. seit mehr als zehn Jahren vor der ersten Vegetationskartierung 1987/88), waren bereits 1987/88 nur kleinfächig extensiv bis wenig intensiv genutzte Matten vorhan-

Tab. 1 | Intensitätsstufen und Nutzungsart der Bergwiesen im Engadin

In der vorliegenden Arbeit bezeichnet als	2009/10 kartiert als	1987/88 kartiert als	Nutzung
intensiv	übernutzt oder intensiv-mittelintensiv	intensiv	2–3 Nutzungen jährlich (Mahd oder Weide) <i>Düngung:</i> Keine gesetzliche Mengenbeschränkung; Düngung erfolgt meist mit Gülle
wenig intensiv / extensiv ¹	wenig intensiv oder extensiv	wenig intensiv oder extensiv	1–2 mal gemäht und eventuell Im Herbst beweidet <i>Düngung, bei wenig intensiv (von Dieltl für das Engadin empfohlen):</i> alle 3–4 Jahre 10 t gut verrotteter Mist oder gar keine Düngung an steilen Hängen. Durch die DZV wird etwa das dreifache der von Dieltl empfohlenen Menge erlaubt. <i>Düngung bei extensiv:</i> keine
vergandend	brach, vergandend	vergandend	keine Nutzung

¹Bestände im Übergangsbereich wenig-intensiv/mittelintensiv werden hier eingeordnet.

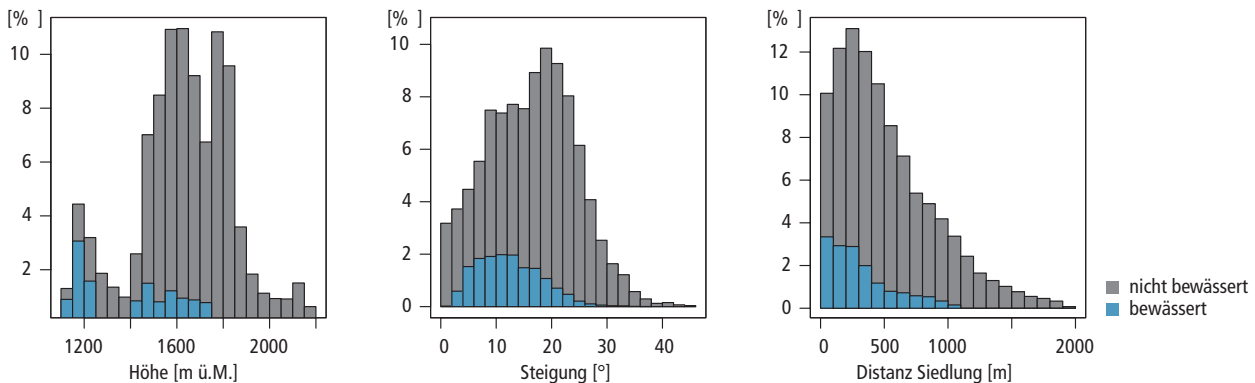


Abb. 2 | Verteilung der Untersuchungsflächen bezüglich der drei Landschaftsparameter Höhe, Steigung und Distanz zur Siedlung. Blau: bewässerte Flächen, grau: nicht bewässerte Flächen. Total 1235 ha.

den (Tab. 2 und hellblaue Linie in Abb. 4). In Flächen, in denen die künstliche Beregnung erst kurz vor der ersten Kartierung (1987/88) eingerichtet wurde – dies betrifft eine Fläche von 91,7 ha – lag der Anteil der extensiv bis wenig intensiv genutzten Matten damals bei rund 40 %, ging aber bis zur Zweitkartierung 2009/10 auf 14 % (noch 12,9 ha) zurück (dunkelblaue Linie in Abb. 4). Das entspricht einem Verlust von 24,6 ha. Intensiv genutzte Matten nahmen im Bereich solcher Bewässerungsanlagen dementsprechend zu. Im Bereich von neueren Anlagen beobachteten wir hingegen keine Abnahme der extensiv und wenig intensiv genutzten Matten (rote Linie in Abb. 4). In den nicht bewässerten Bereichen gingen sowohl extensiv bis wenig intensiv genutzte Matten als auch intensiv genutzte Matten zwischen 1987/88 und 2009/10 leicht zurück (Tab. 2, orange Linien in Abb. 4). Sie wurden teilweise in Weiden umgewandelt.

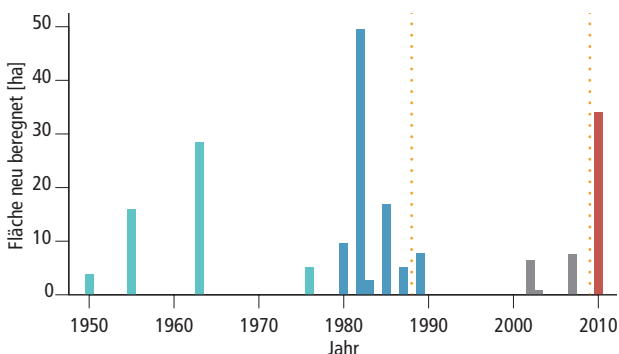


Abb. 3 | Inbetriebnahme der modernen Bewässerungsanlagen im Untersuchungsgebiet. Die Jahreszahlen der älteren Anlagen sind ungefähre Angaben. Die zwei gepunkteten orangefarbenen Linien markieren den Zeitpunkt der beiden Kartierungen. Hellblau: «alte» Anlagen; dunkelblau: kurz vor oder nach der ersten Kartierung erstellt; grau: kurz vor der zweiten Kartierung erstellt; rot: nach der zweiten Kartierung erstellt.

In den Untersuchungsflächen mit Bewässerungsanlagen wurde auch das Gebiet neben den bewässerten Bereichen intensiviert, allerdings weniger stark als unter den Anlagen selbst (Abb. 5 a – h). Hingegen haben extensiv und wenig intensiv genutzte Matten in den neun Untersuchungsflächen, in denen gar keine Bewässerungsanlagen stehen, überall zugenommen (Abb. 5 i).

Diskussion

Bewässerung durch Berieselung wurde im Engadin seit Jahrhunderten betrieben (Bundi 2000). Bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurde diese arbeitsintensive Technik aber praktisch aufgegeben. Riedener *et al.* (2013) konnten im Wallis zeigen, dass traditionelle Berieselung und moderne Sprinkleranlagen auf die Vegetation nicht grundsätzlich anders wirken. Bezogen auf unser Untersuchungsgebiet bedeutet dies, dass trockenheitsresistente Wiesentypen, v.a. Halbtrockenrasen, mit Aufgabe der traditionellen Bewässerung wohl häufiger geworden sind. Bereits ab ca. 1950 wurden dann erste Sprinkler-Anlagen eingerichtet. In grösserem Stil wurden solche Anlagen aber erst seit ca. 1980 installiert. Man könnte nun schliessen, dass mit der Wiederaufnahme der Bewässerung der Zustand der Wiesen einfach wieder auf jenen zur Zeit der traditionellen Berieselung vor 100 Jahren zurückgeführt wurde. Dem ist entgegen zu halten, dass damals auch Wiesen mit guter Wasserversorgung ganz anders genutzt wurden als heute. Die Mechanisierung der Landwirtschaft war sehr gering, der Erntevorgang deshalb über einen grossen Zeitraum verteilt. Die Wiesen wurden fast ausschliesslich mit Mist gedüngt. Dies ergab weniger üppige, artenreichere Bestände. Silierungsverfahren und künstliche Heutrocknung kannte man nicht. Der Beginn der Heuernte erfolgte deshalb allgemein später. So begann in einem

Tab. 2 | Veränderung der Flächen extensiv bis wenig intensiv genutzter Matten (oberer Tabellenbereich), sowie der Fläche intensiv genutzter Matten (unterer Tabellenbereich) zwischen 1987/88 und 2009/10 und in Abhängigkeit der Bewässerung (Periode der Inbetriebnahme). Die Ab- oder Zunahme ist die Veränderung relativ zur Fläche bei der Kartierung 1987/88.

	total [ha]	davon extensiv und wenig intensive Matten [ha]		Ab- oder Zunahme [%]
		1987/88	2009/10	
nicht bewässert	709,9	249,3	216,8	-13,0
bewässert seit 1950-76	53,2	4,9	3,6	-27,8
bewässert seit 1980-89	91,7	37,4	12,9	-65,6
bewässert seit 2002-07	14,9	3,8	4,4	+16,4
	total [ha]	davon intensive Matten [ha]		Ab- oder Zunahme [%]
		1987/88	2009/10	
nicht bewässert	709,9	226,4	220,8	-2,5
bewässert seit 1950-76	53,2	29,9	32,9	+10,0
bewässert seit 1980-89	91,7	40,9	67,8	+65,6
bewässert seit 2002-07	14,9	10,5	9,9	-5,4

dem Engadin benachbarten Hochtal (Sursés, Talboden von Marmorera, ca. 1600 m ü. M.) anfangs der Fünfzigerjahre die Heuernte jeweils anfangs Juli und erstreckte sich, da damals noch von Hand gemäht wurde, sicher über mehrere Wochen hin (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 1951).

Unsere Untersuchungen zeigen, dass der Anteil extensiv und wenig intensiv genutzter Matten im Engadin stark mit der Bewässerungsdauer (in Jahren seit der Installation) zusammenhängt. Im Bereich von Anlagen, die schon lange betrieben werden, war der Anteil solcher Wiesen bereits 1987/88 gering und veränderte sich bis 2009/10 kaum. In Gebieten, die erst seit den 1980er Jahren bewässert werden, ist hingegen eine deutliche Abnahme der extensiv bis wenig intensiv genutzten Matten zwischen 1987/88 und 2009/10 festzustellen. Ihr

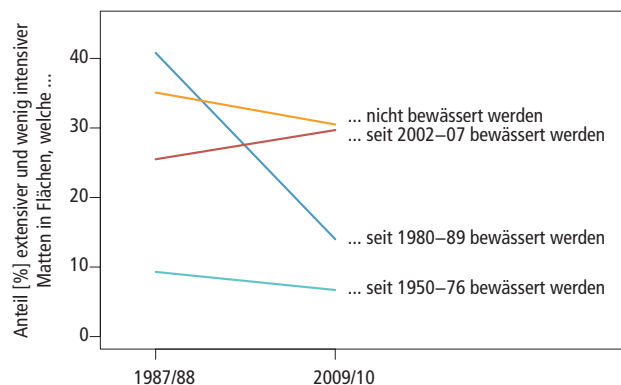


Abb. 4 | Entwicklung des Anteils extensiv bis wenig intensiv genutzter Matten (zwischen 1987/88 und 2009/10) in Abhängigkeit des Zeitpunkts der Inbetriebnahme der Bewässerungsanlagen (die absoluten Flächenwerte sind im oberen Bereich der Tabelle 2 angegeben).

Anteil ging dort in nur 22 Jahren auf 40 % des ursprünglichen Bestands zurück. Interessant ist dabei die Beobachtung, dass der Rückgang nicht nur im effektiv beregneten Areal nachzuweisen war, sondern auch im näheren Umfeld.

Heute ist in unserem Untersuchungsgebiet eine Segregationstendenz zu beobachten: Bewässerung (mit daraus folgender Intensivierung) findet auf produktiveren, das heisst tief gelegenen, nicht allzu steilen und relativ siedlungsnahen Flächen statt (Abb. 1). Auf den übrigen Flächen, wo keine Bewässerungsanlagen eingerichtet wurden, nahm hingegen der Anteil der extensiv bis wenig intensiv genutzten Matten leicht zu (Abb. 5 i). Vergandungserscheinungen, die aufgrund dieser Entwicklung befürchtet werden könnten, wurden bisher in unserem Untersuchungsgebiet aber nur in relativ geringem Ausmass nachgewiesen (Graf *et al.* 2014).

In Planungsberichten und Informationsmaterial zu Bewässerungsprojekten (z.B. Göpfert 2007, Amt für Landwirtschaft und Geoinformation des Kantons Graubünden, 2013) wird oft betont, dass Bewässerungsanlagen lediglich erstellt werden, um den Ertrag der Mähwiesen in besonders trockenen Jahren zu sichern. Eine Intensivierung der Nutzung sei keineswegs das Ziel. Unsere Ergebnisse zeigen jedoch, dass im Engadin durch die Bewässerung eine deutlich intensivere Grünlandnutzung ermöglicht wurde und praktiziert wird (frühere Mahd, mehr Schnitte). Neue Anlagen werden nicht nur in Fluren erstellt, wo bereits produktive Fettmatten vorhanden sind und tatsächlich Ertragsicherung im Vordergrund steht. Dies lässt sich in Sent beobachten (Abb. 6 und 7). Nicht bloss die älteren Anlagen bewässern ehemalige extensiv bis wenig intensiv genutzte Matten – selbst wo erst seit 2010 mit modernen Anlagen beregnet

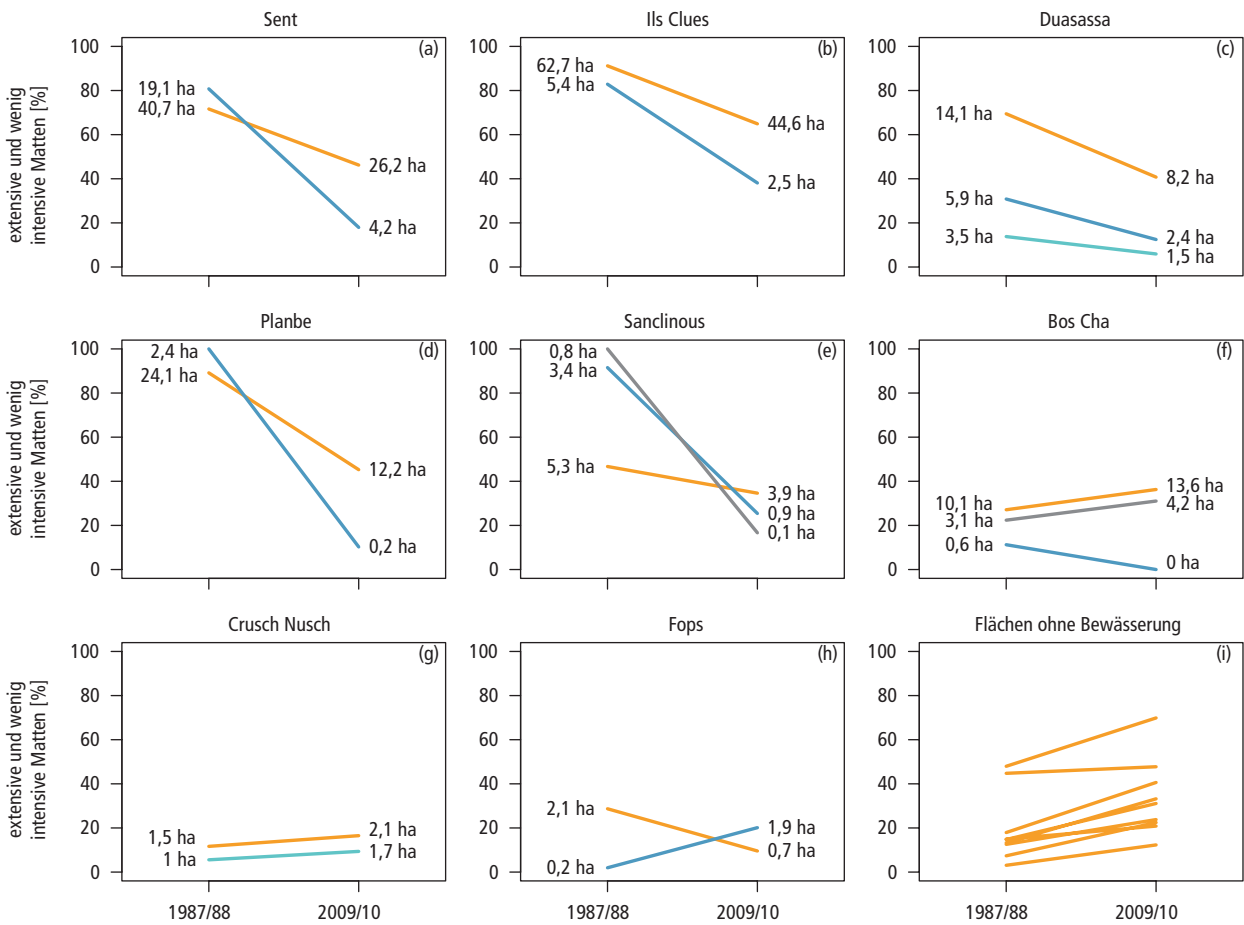


Abb. 5 | Wie Abbildung 4, aber separat für einzelne Untersuchungsflächen: Entwicklung des Anteils extensiver Matten zwischen 1987/88 und 2009/10 in Abhängigkeit des Bewässerungsregimes. Dargestellt sind acht Untersuchungsflächen, in denen mindestens 2 ha extensive und wenig intensive Matten mit Sprinklern beregnet wurden (a bis h), sowie zusammengefasst alle neun vollständig nicht bewässerten Untersuchungsflächen (i).

wird, war dieser Wiesentyp bis vor kurzem grossflächig vorhanden. 2009/10, also kurz vor Inbetriebnahme der Anlagen, kartierten wir auf der neu beregneten Fläche in Sent 56 % extensiv bis wenig intensiv genutztes und 44 % mittelintensiv bis intensiv genutztes Grünland.

Im Bereich von Bewässerungsanlagen, die 2002–2007 erstellt wurden, haben wir zwischen den beiden Kartierungen (1987/88 bzw. 2009/10) keine Zunahme der intensiv genutzten Wiesen festgestellt. Wir vermuten, dass für eine markante Veränderung der Matten noch zu wenig Zeit verstrichen ist. Allerdings zeigen Peter *et al.* (2008) für eines dieser Gebiete (Sent) mit Kartierungen aus den Jahren 1975–1986 und 2002–2004, dass bereits vor Inbetriebnahme der modernen Bewässerung jene Arten zugenommen haben, die bei Intensivnutzung konkurrenzfähig sind. Gleichzeitig nahmen die naturschützerisch wertvollen Arten ab. Zukünftige Kartierungen werden zeigen, wie sich das Verhältnis von extensiv bis wenig intensiv zu intensiv genutzten Matten unter diesen Anlagen entwickeln wird.

Bei neuen Meliorationsprojekten muss den bereits in Lüscher *et al.* (1998) formulierten Grundsätzen konsequent Beachtung geschenkt werden. Gebiete mit besonders hohen Naturwerten (Grundlagen für das Engadin u.a. in: Waldis und Graf 1996, Pfister *et al.* 1997, Müller *et al.* 2008) sollen in einer frühen Projektphase als



Abb. 6 | Bau neuer Bewässerungsanlagen im Bereich schützenswerter Salbei-Glatthaferwiesen (Sent 2010). (Foto: Roman Graf)

Schwerpunktgebiete für Biodiversitätsschutz und -förderung bezeichnet werden. Vor Ort tätige Schutzorganisationen und sonstige Akteure des Lebensraumschutzes sind beratend beizuziehen und die Beurteilung des Schutzwertes bestimmter Landschaftselemente darf nicht allein auf Bundesinventare abgestellt werden. Zumindest aber sollen diese Inventare vor Projektbeginn im Feld auf ihre Vollständigkeit überprüft werden. Artenreiche, wenig intensiv genutzte Goldhaferwiesen sind für bodenbrütende Vogelarten, aber auch für Tagfalter besonders wichtig und essentiell für den landschaftlichen Reiz des Unterengadins und vieler anderer Bergtäler. Im Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung sind sie nicht enthalten (Eggenberg et al. 2001). Deshalb muss dieser Wiesentyp bei der Planung von Bewässerungsprojekten speziell erfasst und vorab als «nicht bewässerbar» definiert werden. Nebst dieser Forderung weisen wir auf die grosse Bedeutung der gesamtbetrieblichen Biodiversitätsberatung und der Naturschutz-Vertragsflächen im Engadin hin. Diese Instrumente haben nach unserer Einschätzung bereits erfolgreich zum Erhalt der artenreichen Wiesen beigetragen und sollen daher nach Möglichkeit weiter ausgebaut werden. ■

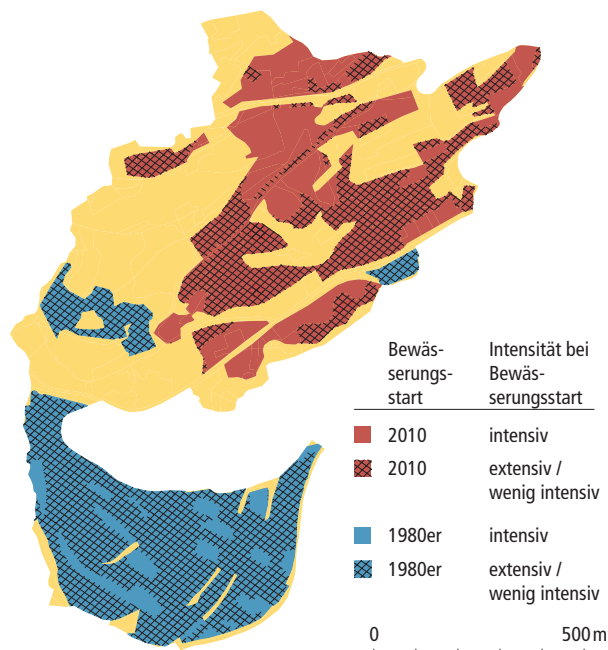


Abb. 7 | Untersuchungsfläche Sent. Ein Teil der schraffierten Flächen wurde vor Inbetriebnahme extensiv genutzt. Bei einem weiteren Teil war die Nutzung zwischen wenig und mittelintensiv.

Literatur

- Amt für Landwirtschaft und Geoinformation (2013). Meliorationen – Umfang und Zweck. Zugang: <http://www.gr.ch/de/institutionen/verwaltung/dvs/alg/dienstleistungen/meliorationen/Seiten/default.aspx>.
- Baur B., Joshi J., Schmid B., Hänggi A., Borcard D., Starý J., Pedrolí-Christen A., Thommen G. H., Luka H., Rusterholz H. P., Oggier P., Ledergerber S. & Erhardt A., 1996. Variation in species richness of plants and diverse groups of invertebrates in three calcareous grasslands of the Swiss Jura mountains. *Revue suisse de zoologie* **103**, 801–833.
- Bosshard A. & Stähli I. 2012. Verbreitung, Zustand und Erhaltung der Fromentalwiesen in der Schweiz. Fachbericht. Ö+L Büro für Ökologie und Landschaft GmbH, Oberwil-Lieli.
- Bundi M., 2000. Zur Geschichte der Flurbewässerung im rätschen Alpengebiet. Verlag Bündner Monatsblatt, Chur.
- Cailliet-Bois D., Würth B., Benz R. & Stähelin B., 2014. Biodiversitätsförderung auf dem Landwirtschaftsbetrieb – Wegleitung. Agridea, Eschlikon.
- Dietl W., Berger P. & Ofner M., 1981. Die Kartierung des Pflanzenstandortes und der futterbaulichen Nutzungseignung von Naturwiesen. Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz.
- Dietl W., A. Georg & W. Kusstatscher, 1992. Die Wiesenvegetation im Unterengadin (Engiadina Bassa) und ihre pflegliche landbauliche Nutzung. Bericht der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues (AGFF), Zürich-Reckenholz.
- Eggenberg St., Dalang Th., Dipner M & Mayer C., 2001. Kartierung und Bewertung der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.
- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Geographisches Institut: Marmorera. Ein verschwindendes Bündnerdorf. In: *Geographica Helvetica* **6**, 1951, 155–182.
- Flisch R., Sinaj S., Charles R. & Richner W., 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau (GRUDAF). *Agrarforschung* **16** (2), 1–100.
- Göpfert R., 2007. Ermittlung der Bewässerungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Nutzflächen im Kanton Graubünden. Praktikumsarbeit Bündner Bauernverband, Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum Plantahof, Amt für Landwirtschaft und Geoinformationen des Kantons Graubünden, Chur.
- Graf R., Müller M., Korner P., Jenny M. & Jenni L., 2014. 20% loss of unimproved farmland in 22 years in the Engadin, Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **185**, 48–58.
- Lüscher A., Egger M. & Meuli H., 1998. Meliorationen im Einklang mit Natur und Landschaft. SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Fachgruppe der Kultur- und Vermessungsingenieure, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- Müller M., 1996. Das Engadin: Lebensraum für Brutvögel der offenen und halboffenen Kulturlandschaft. *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden* **108**, 39–119.
- Müller M., H. Schuler & P. Horch, 2008. Kerngebiete zur Förderung und zum Schutz des Braunkehlchens im Unterengadin. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- 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.
- Pfister H. P., Graf R., Birrer S. & Horch P., 1997. Landschaftsnutzungskonzept Unterengadin – Allgemeiner Teil. Fachbericht. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Riedener E., Rusterholz H.-P. & Baur B., 2013. Effects of different irrigation systems on the biodiversity of species-rich hay meadows. *Agric. Ecosyst. Environ.* **164**, 62–69.
- Schmid H., Naef-Daenzer B., Keller V. & Zbinden N., 2000. Für Brutvögel besonders wichtige Landwirtschaftsgebiete in der Schweiz. *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz* **21**, 29–32.
- Schweizerische Vogelwarte 2008. Schlüssel zur Kartierung der Vegetationseinheiten und Intensitätsstufen im Projekt «Landschaftsmonitoring Engadin». Zugang: <http://www.vogelwarte.ch/publikationen.html?publid=1053>.
- Studer S., 1971. The influence of management on the floristic composition of hay meadows. PhD ETH Zürich, Zürich.
- Waldis R. & Graf R., 1996. Kulturlandschaft Engadin. Landschaftsstruktur, Vegetation und landwirtschaftliche Nutzung Ende der achtziger Jahre. Fachbericht. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Walter Th, Eggenberg S., Gonseth Y., Fivaz F., Hedinger Ch., Hofer G., Klieber-Kühne A., Richner N., Schneider K., Szerencsi E. & Wolf S., 2013. Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft. Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). ART-Schriftenreihe 18. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. 138 S.

Riassunto**Gli impianti di irrigazione come causa dell'intensificazione dello sfruttamento dei prati in Engadina**

Nell'ambito di un progetto a lungo termine, in Engadina si è confrontato lo sviluppo della vegetazione e dell'intensità di sfruttamento in regioni irrigate e non irrigate. La superficie totale esaminata comprendeva 870 ha, suddivisi in 20 superfici campione. Ci si è concentrati sui cambiamenti della percentuale di prati da sfalcio estensivi e poco intensivi (tra questi sono comprese anche alcune associazioni vegetali intermedie verso uno sfruttamento mediamente intensivo). A questo scopo avevamo a disposizione cartografie corrispondenti stese negli anni 1987/88 e 2009/2010. Abbiamo constatato che non soltanto quelli vecchi ma anche gli impianti d'irrigazione a pioggia più recenti sono stati installati in regioni che comprendono un'elevata percentuale di prati estensivi e poco intensivi di alto valore dal punto di vista della protezione della natura. Nel caso degli impianti risalenti agli anni 1980, la percentuale di prati estensivi e poco intensivi prima dell'irrigazione a pioggia era del 40 %, nel caso di quelli risalenti agli anni 2009/2010 era del 56 %. A seguito dell'uso degli impianti risalenti agli anni 1980, la percentuale dei prati estensivi e poco intensivi è drasticamente calata al 13,5 %. Nel caso degli impianti più recenti questo effetto non è ancora riscontrabile. Sulle superfici con impianti d'irrigazione esaminate si è riscontrata un'intensificazione dello sfruttamento anche al di fuori delle parcelle irrigate. Inversamente, su tutte le superfici senza impianti d'irrigazione esaminate la percentuale di prati sfruttati in modo estensivo o poco intensivo è aumentata.

L'affermazione dei fautori dei progetti, secondo la quale nuovi impianti d'irrigazione servirebbero solo ad assicurare il raccolto in caso di anni di siccità senza avere quale conseguenza un'intensificazione dello sfruttamento, nella regione da noi esaminata non risulta valida.

Summary**Sprinkler systems as a cause of intensification of grassland use in the Swiss Engadin**

During a long-term monitoring from 1987 to 2010, changes in vegetation and land-use intensity at irrigated versus non-irrigated study sites were investigated in the Swiss Engadin. Specifically, vegetation surveys were compared between the years 1987/88 and 2009/10 to identify whether and how proportions of extensively used (no-input) hay meadows to low-intensity meadows changed (including a range of meadows used at intermediate intensity).

We discovered that not only older but also the latest sprinkler systems were set up in areas covering a high proportion of extensively used meadows of conservation concern. Before the survey, 40 % of the vegetation around sprinklers installed in the 1980s was extensively or less intensively used. The same was true for 56 % of the vegetation around sprinklers installed by 2009/10.

The proportion of low-intensity meadows under irrigation systems from the 1980s decreased drastically to 13.5 %. For newer sprinkler systems, such an effect was not observed. Study areas holding irrigation systems experienced general land-use intensification, also outside the irrigated area. Conversely, the proportion of extensively and less intensively used meadows has increased in all study areas without irrigation systems.

Managers involved in irrigation projects have repeatedly affirmed that additional irrigation systems were installed solely to achieve stable yields in dry years, and that these additions would not lead to further land-use intensification. This assertion, however, does not apply to the study sites presented here.

Key words: irrigation, Engadin, intensification, unimproved grassland, semi-dry meadows.