

# Exkursionsführer

## Verschiedene Facetten des Unterengadins rund um den Boden

Jahresexkursion der BGS 2023

Freitag, 1. September – Samstag, 2. September 2023



### Organisation:

Maurus Fischer, Thea Schönenberger, Beatrice Kulli Honauer

## Programm

Freitag, 1. September 2023

Zeit	Inhalt
10:45	<b>Ankunft in Sent, Plaz</b> Bus Nr 923
11:00	<b>Begrüssung und Einführung</b> Maurus Fischer
11:05	<b>Input Natur und Kulturlandschaft Unterengadin</b> Angelika Abderhalden-Raba <b>Input Bodenbeobachtungsnetz Kanton Graubünden</b> Maurus Fischer
12:30	<b>Mittagessen</b>
13:15 – 15:45	<b>Bodenprofile: Phäozem?!?</b> Annina Schmidhauser Roxane Tuchs Schmid
15:45 – 16:00	<b>Transfer Scuol</b> mit Shuttlebus
16:00	<b>Apéro in Scuol-Tarasp</b> (für alle Teilnehmer) Hotel Altana
17:34	<b>Zugfahrt nach Zernez</b> (Teilnehmer Abendessen & Übernachtung) R1957
19:00	<b>Abendessen in Zernez</b> (nur mit Anmeldung) Hotel Acla Fili

Gruppe 1	Profil n°12 13:15-14:15	Transfer 14:15-14:45	Profil n°24 15:15-16:40	Transfer
Gruppe 2	Profil n°24 13:15-14:15	Transfer 14:15-14:45	Profil n°12 15:15-15:40	Transfer

## Programm

Samstag, 2. September 2023

Zeit	Inhalt
07:15	Frühstück Hotel Acla Fili
08:13 – 8:52	Zugfahrt Zernez – Punt Muragl R1917
09:00	Wanderung entlang «alter Flaz» Reto Rupf Beatrice Kulli-Honauer
11:15 – 11:29	Fahrt von Samedan nach Preda IR1136
11:30	Mittagessen in Preda Restaurant Preda Kulm
13:00	Baustellenbesichtigung Albulatunnel mit Input Benedikt Flückiger
15:29	Rückfahrt im Erlebniszug und Aperö IR1152
17:04	Ankunft Chur und Schluss

Mögliche Verbindung zurück nach Zürich HB, um 17:08 Uhr (IC 580).

## Übersichtskarte

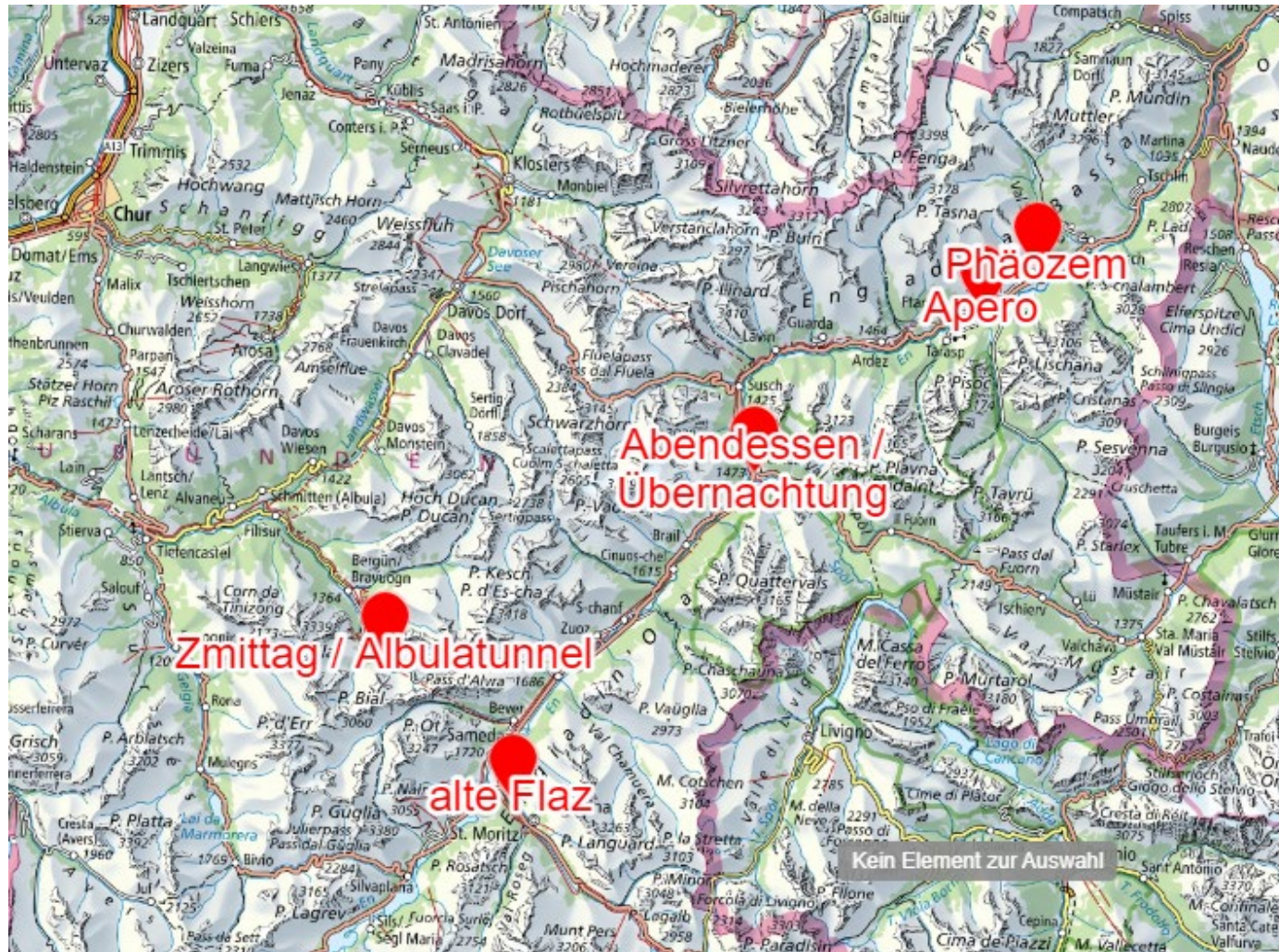


Abbildung 1: Übersicht über die gesamte Exkursion.



Abbildung 2: Übersicht Sent. Treffpunkt: Bushaltestelle Sent, Platz

## Beiträge Freitag, 1. September

### Natur und Kulturlandschaft Unterengadin

Angelika Abderhalden-Raba

### Bodenbeobachtungsnetz Kanton Graubünden

Maurus Fischer

### Bewässerungsanlagen als Ursache für die Nutzungsintensivierung von Grünland im Engadin

Maurus Fischer

### Vorstellung des Phaeozems

Annina Schmidhauser

Roxane Tuchschnid

Profil n°12	Profil n°24
Localisation 2820786 1189529	Localisation 2820325 1188681
	

## Exkursion Sent, BGS, 1.9.2023, Teil: Natur- und Kulturlandschaft Unterengadin

Angelika Abderhalden (Stiftung Pro Terra Engiadina, Arinas environment AG)

Informationen zu Sent aus: [www.scuol.net](http://www.scuol.net)

**Sent**, eine der 6 Fraktionen der fusionierten Gemeinde Scuol (Ardez, Ftan, Guarda, Scuol, Sent, Tarasp). Zu Sent gehören die Ortsteile Sur En, Crusch, Sinestra, Zuort.

**Höhe:** 1430 müM

**Lage:** zwischen Ramosch im Osten und Scuol im Westen grenzt Sent im Norden an das Paznaun (A) und im Süden an das Vinschgau (I)

**Fläche:** 112 km<sup>2</sup>

**Landwirtschaftliche Nutzfläche:** 522 ha / **Sömmerung:** 2'973 ha / **Wald:** 2'698 ha

**Einwohner:** 890, früher Höchstzahlen bis 1149 um 1860

**Sprache:** romanisch. 1980 noch 81% und heute noch 66.2%

**Klima:** kontinental geprägt, Temp. Unterschiede zwischen Sommer und Winter sowie zwischen Tag und Nacht sehr gross. Hauptniederschläge im Sommer. Mittlerer Niederschlag liegt bei 700 mm.

**Landschaft:** Geologisch liegt Scuol im Bereich des Unterengadiner Fensters, welches etwa 55 km lang ist und von Garsun bis Prutz reicht. Die Breite liegt bei ca. 17 km. Diesem geologischen Phänomen sind die zahlreichen Mineralquellen, vor allem in den Fraktionen Sent, Scuol, Tarasp und Ftan, zuzuschreiben.

Das Unterengadin weist ein asymmetrisches Talrelief auf. Die linke, sonnige Talseite ist sanft geneigt, wogegen die rechte Talseite von den eher schroffen und steilen Engadiner Dolomiten begrenzt wird. Auf der linken Talseite sind die ehemaligen Ackerterrassen landschaftsprägend. Diese sind sehr gut erhalten und weisen auf den früheren Ackerbau hin, der die Haupteinnahmequelle der Landwirtschaft darstellte. Die Terrassen von Sent erstrecken sich vom Talboden bei Sur En bis etwa 1540 m. Östlich von Sent sind auf engstem Raum eine riesige Anzahl an grösseren und kleineren Terrassen zu finden. Die Böschungen sind mit Altgras oder Hecken bewachsen. Sie bieten Insekten, Kleinsäugern, Vögeln und Pflanzen einen sehr artenreichen Lebensraum.



*Im Hintergrund Terrassen von Sent, Blick Flussaufwärts, links die schroffen Engadiner Dolomiten und auf der rechten Talseite die geneigten Hänge, meist über Bündner Schiefer.*

## Boden als Landschaftsarchiv



Die Entstehungsgeschichte der Terrassenlandschaft wurde im Rahmen einer Forschungsarbeit an Bodenprofilen untersucht. Der Vergleich mit Pollenprofilen in der gleichen Landschaft erlaubt Rückschlüsse auf die Nutzungsgeschichte. So konnte für die Terrassenlandschaft um Ramosch eine frühe Ackernutzung in die Bronzezeit datiert werden (Zoller et al. 1996; Raba 1996).

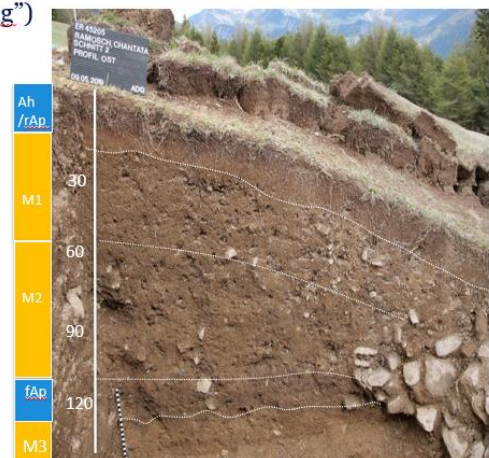
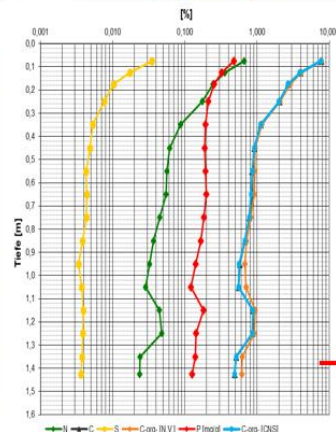
*Bodenprofil aus einer ehemaligen Ackerterrasse in Ramosch, Holzkohleschicht unter Stein und verteilt im Profil erkennbar. Von 30 bis ca. 70 cm Tiefe keine klaren Horizonte / Schichten erkennbar.*

Weiterführung der Untersuchung mit einem interdisziplinären Forscherteam verschiedener Universitäten (Infos Anhang 1 und Anhang 2)

## Ergebnisse Grabung

### Mehrphasige Terrassenstruktur

- Abfolge von Kolluvien (i. S. v. "anthropogener Aufschüttung")



Die prähistorische Terrassenlandschaft von Ramosch (CH)

12

Folie aus Präsentation Forschungsergebnisse 2019-2021 (Abderhalden-Raba, Della Casa, Kothieringer, Lambers, Mächtle, Ranzinger, Röpke, 2022)



Projektbeschreibung im Anhang 1.

Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse im Anhang 2.

Abderhalden-Raba A., Della Casa Ph., Kothieringer K., Lambers K., Mächtle B., Ranzinger M., Röpke A., 2021: Neue Untersuchungen zu den (prä-) historischen Terrassen von Ramosch. Archäologie Graubünden, 2021/4: S. 2-11 (siehe Anhang 2)

Raba A., 1996: Historische und landschaftsökologische Aspekte einer inneralpinen Terrassenlandschaft am Beispiel von Ramosch. Dissertation Freiburg i.Br., unveröffentlicht, 163 S.

Reitmaier Th., 2016: Graubünden. Ein alpines Stufentheater: Prähistorische Terrassen im Unterengadin. (siehe Anhang 1)

Zoller H., Erny-Rodmann Ch. and Punchakunnel P., 1996: The history of vegetation and land use in the Lower Engadin. (Switzerland). Nationalparkforschung in der Schweiz, Nr. 86, 65 S.

# Graubünden

## Projekte

### Ein alpines Stufentheater: Prähistorische Terrassen im Unterengadin

#### Projekt:

Archäologischer Dienst Graubünden  
 ARINAS environment AG, Zernez  
 Universität Bamberg  
 Universität Heidelberg  
 Universität Leiden  
 Universität Zürich

Das Landschaftsbild der inneralpiner Täler ist in den letzten Jahrzehnten stärker verändert worden als in den Jahrhunderten zuvor, sei es durch die wachsende Bedeutung des Tourismus, die Intensivierung der Landwirtschaft sowie Baumassnahmen zur Verkehrserschliessung und zum Lawinen- und Hochwasserschutz. Gleichzeitig weist die traditionelle Kulturlandschaft jedoch einen grossen ökologischen Wert auf und stellt zudem ein wichtiges ökonomisches, aber auch ästhetisches und identifikatorisches Kapital der Region dar, weshalb zahlreiche Bestrebungen zu ihrem Schutz und ihrer Instandhaltung existieren. Daher sind in manchen Regionen viele Elemente historischer Kulturlandschaften bis heute erhalten.

Dies gilt auch für unser Untersuchungsgebiet im Unterengadin, die Region um die Ortschaften Ramosch und Sent, wo sich die kulturlandschaftliche Nutzung der Landschaft in markanten, weithin sichtbaren Terrassierungen der steilen Hänge des Inntals äussert. Geoarchäologische und paläo-ökologische Untersuchungen in den 1990er Jahren haben Hinweise darauf ergeben, dass Ursprung und Entwicklung der Terrassen an den höheren Hanglagen wohl eher in prähistorische Zeit als in das Hochmittelalter einzustufen sind, wie es bis dato aus der Überlieferung historischer Quellen hervorging. Eine genauere zeitliche Einordnung war bislang jedoch nicht möglich.

Dieser offenen Frage sind wir im Rahmen neuer interdisziplinärer Forschung in bislang drei Gelände- und Laborkampagnen nachgegangen. Zur Anwendung kommen Methoden aus der Archäologie und Geographie wie Feldbegehung, geophysikalische Prospektion, Boden- und Sedimentanalysen, stratigraphische Ausgrabungen und chronometrische Datierungen. Neben dem frühesten anthropogenen Einfluss auf die Landschaft möchten wir unter Berücksichtigung kulturhistorischer und paläoklimatischer Faktoren klären, welche Rolle die Terrassen in der (prä-)historischen Ressourcen-nutzung der inneren Alpen spielten. Dazu ist mittelfristig ein mehrjähriges Forschungsprojekt in Planung, in dem (geo-)archäologische Materialanalysen und ein umfassendes Datierungsprogramm im Vordergrund stehen sollen.

#### Kontakt:

Thomas Reitmaier, [thomas.reitmaier@adg.gr.ch](mailto:thomas.reitmaier@adg.gr.ch)  
 Angelika Abderhalden-Raba, [a.abderhalden@arinas.ch](mailto:a.abderhalden@arinas.ch)  
 Katja Kothieringer, [katja.kothieringer@uni-bamberg.de](mailto:katja.kothieringer@uni-bamberg.de)  
 Bertil Mächtle, [bertil.maechtle@geog.uni-heidelberg.de](mailto:bertil.maechtle@geog.uni-heidelberg.de)  
 Ingmar Holzhauser, [ingmar.holzhauser@geog.uni-heidelberg.de](mailto:ingmar.holzhauser@geog.uni-heidelberg.de)  
 Karsten Lambers, [k.lambers@arch.leidenuniv.nl](mailto:k.lambers@arch.leidenuniv.nl)  
 Philippe Della Casa, [philippe.dellacasa@uzh.ch](mailto:philippe.dellacasa@uzh.ch)



# Archäologie Graubünden



4

## Archäologie Graubünden

Archäologischer Dienst Graubünden • Servetsch archeologic dal Grischun • Servizio archeologico dei Grigioni



# Impressum

## **Titelbild**

Val Müstair. Müstair, Kloster St. Johann. Archäologische Dokumentation der Schichtenabfolge unter der Via Prävis. Blick gegen Westen.

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Archäologischer Dienst Graubünden / Amt für Kultur  
Servetsch archeologic dal Grischun / Uffizi da cultura  
Servizio archeologico dei Grigioni / Ufficio della cultura  
Gürtelstrasse 89  
CH-7001 Chur / Cuir / Coira  
Telefon +41 81 257 48 50  
info@adg.gr.ch  
www.archaeologie.gr.ch

### **Lektorat und Redaktion**

Mathias Seifert, Hans M. Seifert

### **Gestaltung, Satz und Bildbearbeitung**

Monika Huwiler

### **Belichtung und Druck**

Somedia Production AG, Chur

### **Verlag**

© Somedia Buchverlag, Ennenda / Chur 2021  
www.somedia-buchverlag.ch  
info.buchverlag@somedia.ch

© bei Archäologischer Dienst Graubünden, den Autorinnen und Autoren, Chur 2021  
ISBN: 978-3-907095-49-2

# Inhalt

Thomas Reitmaier	<b>Vorwort</b>	7
	<b>Aufsätze</b>	8
Urs Schwegler, Mathias Seifert	Die vermeintlichen Menhirstatuen von Avers, Juppä	9
Stefan Fiechtner, Manuel Janosa	Zur Geschichte der Kirche Sogn Sievi in Breil/Brigels	13
Johanna Wolfram-Hilbe, Christine Bläuer	Sanierungsmassnahmen am Schutzbau der Grabkirche St. Stephan in Chur	47
Patrick Cassitti	Val Müstair. Müstair, Forschungen im Kloster St. Johann	53
Angelika Abderhalden-Raba, Philippe Della Casa, Katja Kothieringer, Karsten Lambers, Bertil Mächtle, Mario Ranzinger, Astrid Röpke	Neue Untersuchungen zu den (prä-)historischen Terrassen von Ramosch	61
Manuel Janosa	Baugeschichte der Kirche Sogn Gieri (St. Georg) bei Rhäzüns	73
Andreas Heege	Neuzeitliche Keramik aus der Chesa Giorgio in S-chanf, Cinuos-chel	117
Raphael Sele, Hannes Flück, Corina Gottardi, Thomas Reitmaier	Bündner Täler und Aktenberge – Zum neuen Fundstelleninventar	179
	<b>Kurzberichte</b>	194
	Arosa. Peist, Gatschweg 36	195
	Bonaduz, Sera Curt – Islaweg	197
	Breil/Brigels, Kistenpass	199
	Breil/Brigels, Val Cuschina	200
	Cama, Gesa, Parzelle 432	201
	Cazis. Cazis, Caschneras	203
	Chur, Bischöfliches Schloss	205
	Chur, Karlihofplatz	210
	Chur, Martinsplatz	212
	Chur, Postplatz/Grabenstrasse	215
	Chur, Areal Sennhof	218
	Chur. Haldenstein, Calandagass 12	221
	Chur. Haldenstein, Überbauung Schlossbongert	223
	Chur. Haldenstein, Ufem Stei, Gässli 19	226
	Domat/Ems, Kirche Sogn Gion (Tuma Turera)	230
	Fideris, evangelisch-reformierte Kirche	234
	Medel (Lucmagn), Alp Sogn Gagl	236
	Samedan, Chesa Planta	237

Scuol. Ardez, Tuor Vonzun (La Praschun)	240
Surses. Parsonz, Veia Motta	243
Tamins, Underm Dorf, Parzelle 780	245
Tamins, Underm Dorf, Parzelle 923	247
Val Müstair. Müstair, Kloster St. Johann – Via Prävis	249
Zernez. Lavin, evangelisch-reformierte Kirche / Friedhofsmauer	252
<b>Ortsverzeichnis</b>	<b>255</b>
<b>Zeittabelle</b>	<b>257</b>

# Neue Untersuchungen zu den (prä-) historischen Terrassen von Ramosch

Angelika Abderhalden-Raba,  
Philippe Della Casa,  
Katja Kothieringer,  
Karsten Lambers,  
Bertil Mächtle,  
Mario Ranzinger,  
Astrid Röpke

Die gut erhaltene Terrassenlandschaft oberhalb von Ramosch hat eine lange Geschichte, deren ackerbauliche Nutzung im Mittelalter durch historische Quellen belegt ist<sup>1</sup>. Doch bereits die prähistorische Siedlung auf der Mottata<sup>2</sup> beweist, dass sie in eine stark vom Menschen überprägte Landschaft eingebettet war<sup>3</sup>. Um der Frage nach der Entwicklung der Terrassen nachzugehen, engagiert sich seit einigen Jahren ein interdisziplinäres Forschungsprojekt mit dem Ursprung dieser Anlagen.

## Hintergrund und Forschungsgeschichte

Das Unterengadin gehört zu den archäologisch vergleichsweise früh und relativ gut untersuchten Gebieten, was wesentlich auf die Forschungen von Niculin Bischoff, Benedikt Frei und Armon Planta sowie später Lotti Stauffer und Jürg Rageth zurückzuführen ist. So sind heute im Tal eine ganze Reihe von bronze- und eisenzeitlichen Siedlungsplätzen und Ritualorten (Brandopferplätze) nachgewiesen (wie etwa der Ort Motta ob Ramosch), von denen jedoch nur ein kleiner Teil umfassend erforscht ist. Zu erwähnen sind, nebst der Siedlung auf der Mottata von Ramosch, der Munt Baselgia von Scuol, Scuol-Russonch und Ardez-Suotchastè<sup>4</sup>. Die älteren Perioden der Vorgeschichte sind im Tal schwach belegt und eigentlich erst im Zuge des Silvretta-Projektes in Erscheinung getreten (vgl. unten).

Für den Raum Ramosch ist kennzeichnend, dass schon früh im Laufe des 20. Jahrhunderts nicht nur kulturgeschichtliche Aspekte, wie etwa die Herkunft und Entwicklung des Laugen-Melauner-Komplexes, sondern auch Fragen zur naturräumlichen Einbettung von Siedlungen aufgegriffen wurden. Pionier war in dieser Hinsicht Heinrich Zoller mit seinen vegetationsgeschichtlichen Forschungen, an welche sich die landschafts-

geschichtlichen und ökologischen Untersuchungen von Angelika Raba in den Agrarterrassen und von Lotti Stauffer im Siedlungsumfeld der Mottata anschlossen.

Auf der Grundlage ihrer paläoökologischen Untersuchungen entwarfen ZOLLER ET AL. 1996 und RABA 1996 ein erstes Modell der frühen Besiedlungs- und Nutzungsgeschichte des Umfeldes von Ramosch. Demnach führte der früheste menschliche Einfluss im 4. Jahrtausend v. Chr. aufgrund saisonaler Beweidung zur Auflichtung der Wälder entlang eines transalpinen Verkehrsweges auf der ca. 1500 m ü. M. gelegenen Trogschulter. Am Übergang vom Neolithikum zur Bronzezeit wurden dann in dieser montan-subalpinen Höhenlage im Unterengadin die ersten Ackerflächen angelegt, die sich heute noch als Terrassen im Gelände abzeichnen. Von dieser Zone aus, in der sich auch einige alte Siedlungskerne der Region befinden, wurde das Unterengadin dann weiter erschlossen.

Im weiteren Umfeld Ramoschs startete Thomas Reitmaier 2007 das *Rückwege-Projekt*, das erstmals eine archäologische Bestandsaufnahme der alpinen Silvretta-Region vornahm<sup>5</sup>. Ziel war allgemein die Erforschung der wechselvollen Siedlungs- und Umweltgeschichte dieser bis dahin archäologisch kaum erforschten Hochgebirgsregion und, im Speziellen, die Klärung von Ursprung und Entwicklung der Alpwirtschaft. Aus *Rückwege* entwickelte sich, in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern, schnell das interdisziplinäre Silvretta-Projekt, das wichtige Etappen zur Nutzung der alpinen Zone rekonstruieren konnte: den Übergang von der Jagd- zur Weidewirtschaft am Ende des Neolithikums, den Beginn der Milchwirtschaft in der späten Bronzezeit, die erstmalige Anlage fester Infrastrukturbauten für die Weidewirtschaft

## Neue Untersuchungen zu den (prä-)historischen Terrassen von Ramosch

in der Eisenzeit, und allgemein schwankenden Intensitäten der Nutzung in Abhängigkeit von soziokulturellen und klimatischen Faktoren<sup>6</sup>.

Die Rekonstruktion der frühen Nutzungsgeschichte der alpinen Stufe ergänzte Heinrich Zollers und Angelika Rabas Modell der Entwicklung der montan-subalpinen Stufe um wichtige Aspekte. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden auch wirtschaftliche Aspekte der metallzeitlichen Siedlung Ramosch-Mottata neu untersucht<sup>7</sup>, um die

Herausbildung des für die inneren Alpen typischen Systems der Ressourcennutzung über verschiedene Höhenstufen besser zu verstehen. In diesem Kontext stehen auch die neuen Untersuchungen der Terrassen von Ramosch.

### Fragestellungen und Untersuchungsmethoden

Seit 2014 ist eine interdisziplinäre Forschungsgruppe mit Beteiligten aus Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz,

**Abb. 1:** Valsot. Ramosch, Arbeitsgebiet mit der detailliert untersuchten Terrasse «Chantata» (rot markiert). Deutlich erkennbar sind weitere, oftmals gut erhaltene Terrassen und Geländeformationen wie Bäche, Bewässerungsrinnen und Wege ober- und unterhalb der Motta und Mottata (Flurnamen kursiv). Mst. 1:10 000.



- Archäologische Fundplätze
- Terrassenschnitt (STAUFFER 1983)
- ▲ Beprobte Moore (ZOLLER ET AL. 1996)
- Bodenkundlich untersuchte Standorte (RABA 1996)
- Per Geoelektrik und Bodensondagen untersuchte Terrasse «Chantata»



begleitet vom Archäologischen Dienst Graubünden, in den Ackerterrassen von Ramosch unterwegs. Diese neuen geoarchäologischen Untersuchungen knüpfen in vielem dort an, wo die früheren Arbeiten aufgehört hatten: es geht allgemein um die morphologische, bodenkundliche und chronologische Erfassung und Analyse der Terrassen, um ihre archäologisch-historisch-landschaftliche Einbettung und ihren Bezug zu anderen Formen der Landnutzung (Viehwirtschaft, Bewässerung), und nicht zuletzt um die Frage, welche Bedeutung die Ramoscher Terrassenlandschaft heute und in Zukunft haben soll. Konkret sollen insbesondere die Hypothesen von RABA 1996 und ZOLLER ET AL. 1996 zur frühen Erschliessung, Entwicklung und Nutzung der Terrassen oberhalb von Ramosch anhand neu erhobener archäologischer und geoarchäologischer Daten überprüft werden.

Die bisherigen Feldarbeiten umfassten einen archäologischen Survey zur Erfassung obertägiger Strukturen der wirtschaftlichen Nutzung des Gebiets oberhalb der Mottata, wie Terrassen, Bewässerungskanäle, Pfade und Heuschleifwege. Parallel dazu wurde an zahlreichen Stellen mittels Handbohrungen (Edelman und Pürckhauer) und der Anlage kleiner Profile der Aufbau des Bodens und des Untergrundes erkundet, um anthropogene und natürliche Faktoren der Landschaftsgenese zu identifizieren und Proben zu entnehmen. An verschiedenen Stellen wurden archäologische und geomorphologische Befunde zum besseren Verständnis mit geophysikalischen Methoden erfasst. Schliesslich wurden an einigen Schlüsselstellen kleinräumige Grabungen durchgeführt. Diese Geländearbeiten wurden im Labor durch die Analyse von Boden- und Sedimentproben begleitet. Es kam unter anderem die Mikromorphologie zur Datie-

rung von Holzkohleproben sowie – im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten – die Auswertung von Daten der Geophysik<sup>8</sup> und der Fernerkundung<sup>9</sup> zum Einsatz.

### Ergebnisse zum Aufbau und zur Datierung der Terrassen

Wie die verschiedenen Arbeiten ineinandergriffen, soll hier am Beispiel einer Terrasse im Bereich Chantata gezeigt werden, die oberhalb der Mottata auf 1636 m ü. M. liegt **Abb. 1**. Es handelt sich um eine langgezogene Terrasse mit steiler Böschung, die heute als Mähwiese genutzt wird **Abb. 2**. Sie liegt unweit der von ZOLLER ET AL. 1996 beprobten Moore von Martinatsch und Chantata.

Von dieser Terrasse lagen bereits aufgrund der Arbeiten von RABA 1996 erste Untersuchungsergebnisse vor. In einem Bodenprofil wurde aus drei Schichten Holzkohle für <sup>14</sup>C-Datierungen gesammelt. Die in einer Tiefe von 90 cm gefundene Holzkohle liess sich dem Endneolithikum (2590–2277 v. Chr.) und die (Holzkohle) der beiden darüber liegenden Schichten der Hallstattzeit (765–409 v. Chr.) zuordnen. Um diese Ergebnisse zu verifizieren, schlossen sich nun weitere Bohrungen sowohl an der Böschung als auch auf der Verebnung an **Abb. 1**. Das erbohrte Bodenmaterial liess sich an jedem Standort in verschiedenen mächtige Kolluvien untergliedern, das heisst verlagerte Bodensedimente, die eine anthropogene Überprägung aufweisen. Ihre makroskopische Differenzierung erwies sich, aufgrund der jeweils recht homogenen Farbgebung und Korngrössenzusammensetzung (schluffig-sandig), als schwierig. Gemeinsam war dem Bodenmaterial das Vorhandensein von Holzkohlefragmenten über die gesamte Bohrtiefe hinweg. Radiokarbondatierungen der jeweils aus den



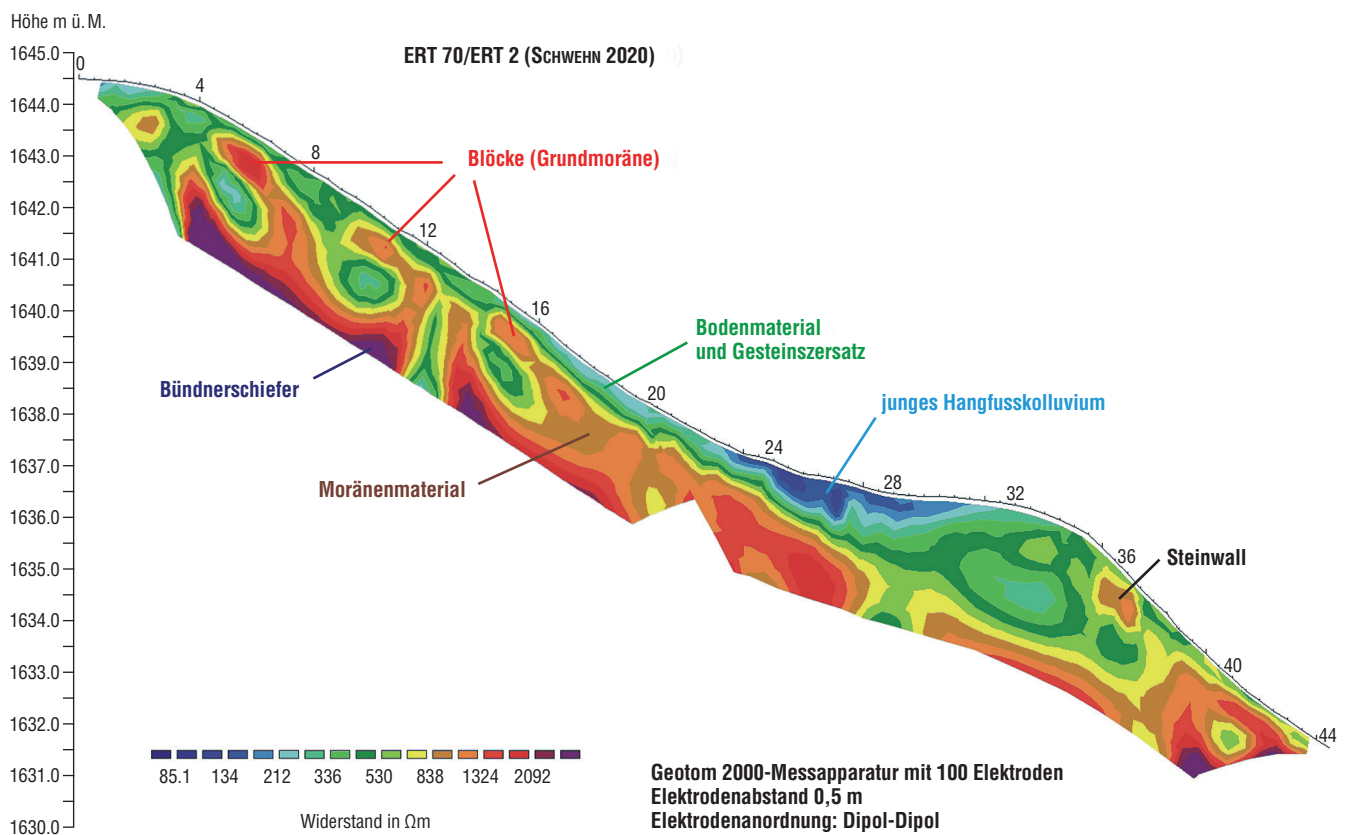
**Abb. 2:** Valsot. Ramosch, Chantata-Terrasse mit Schnitt S2 während der Geländearbeiten im Frühjahr 2019. Blick gegen Südwesten.

untersten Kolluvien entnommenen Holzkohle zweier Standorte ordnen die Brandereignisse in das Endneolithikum (2294–2059 v. Chr.) und die späte Latènezeit ein (152 v. Chr.–23 n. Chr.).

Ergänzend wurden erstmals im Bereich der Unterengadiner Terrassenlandschaften geoelektrische Messungen durchgeführt, die eine zerstörungsfreie Tomographie des Untergrundes ermöglichten. Zum Einsatz kam hierbei eine Multielektroden-Messapparatur mit 100 Elektroden, um anhand der Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit mögliche archäologische Strukturen zu identifizieren<sup>10</sup>. Diese Unterschiede werden von Faktoren wie den physikalischen Eigenschaften, der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung, der Struktur, der Porosität, dem geologischen Alter und den Entstehungsbedingungen des Gesteins hervorgerufen<sup>11</sup>. Die dabei entdeck-

ten Anomalien im Untergrund veranlassten schliesslich die Anlage eines archäologischen Testschnitts (S2).

Die Ergebnisse der geoelektrischen Tomografie **Abb. 3** zeigen oberflächennah geringe Widerstandswerte, die den gut durchfeuchteten und kolluvialen Feinboden repräsentieren. Die steileren Bereiche zeichnen sich durch einen Wechsel von niedrigen und hohen Widerstandswerten aus, die die Bodenbildung im Bereich der steinreichen Grundmoräne abbilden. Im tieferen Untergrund liegen weitaus höhere Widerstandswerte vor, die den hier vorherrschenden Bündnerschiefer nachzeichnen. Nicht in diese natürliche Abfolge passt die «schwimmende» Anomalie hangabwärts der Chantata-Terrasse, die deshalb in den archäologischen Schnitt einbezogen wurde.



Das spektakuläre Ergebnis des archäologischen Schnittes **Abb. 4** war die Freilegung einer steinernen Wall- bzw. Mauerstruktur, deren fast hangparalleler Verlauf über 33 Meter durch weitere geoelektrische Tomografien im Untergrund nachgewiesen werden konnte<sup>12</sup>, was ihre Funktion als Element einer Terrassenanlage belegt. Die Existenz steinerner Strukturen war in dieser Region bislang nicht erkannt worden. Vergleichbare Steinstrukturen in Chur-Welschdörfli, Areal Ackermann<sup>13</sup> und in Castaneda, Areal Pian del Remit<sup>14</sup> finden sich in weniger steiler Hanglage und sind eher als Parzellengrenzen anzusprechen.

Die natürliche holozäne Bodenbildung entwickelte sich in einem sandig-lehmig-schluffigen, ockerfarbenen Ausgangssubstrat, das auch schon in früheren Arbeiten von STAUFFER 1983 beschrieben wurde. Hinter dem Steinwall verlaufen horizontal

zwei Bodenhorizonte (M3 und fAp) **Abb. 5**. Sie korrespondieren mit dem Steinwall und sind als ältestes Terrassenniveau anzusprechen. Darüber folgt ein weiterer kolluvialer Horizont, der in einer zweiten Nutzungsphase angelegt wurde (M2). Eine weitere Phase der Terrassenaufhöhung zeigen die obersten Horizonte (M1 und rAp/Ah), auf denen die heutige Grünlandnutzung stattfindet. Die Mächtigkeit des humosen Oberbodens spricht für eine reliktsche Ackernutzung (rAp), in der sich nachfolgend ein Ah-Horizont unter Wiesennutzung entwickelte.

Alle Horizonte sind mehr oder weniger reich an Holzkohleresten, welche der Altersdatierung dienen **Abb. 5**. Die Holzkohlen wurden nach den Brandereignissen im Zuge der Konstruktion der Terrasse in den Bodenauftrag eingebettet, weshalb nur die Rodung, nicht aber der Zeitpunkt der Terrassenaufschüttung datiert werden kann.

**Abb. 3:** Valsot. Ramosch, Tomografie der Chantata-Terrasse und der benachbarten Hangabschnitte. Auffallend ist die mittlere Widerstands-anomalie hangabwärts (orange), die hinter sich feinkörniges Material (grün) mit niedrigen Widerstandswerten förmlich aufstaut. In diesem Bereich wurde der archäologische Schnitt angelegt, der einen Steinwall exponierte, welcher zur Befestigung der ältesten Terrassenoberfläche diente (vgl. **Abb. 4**). Der Bereich der niedrigsten Widerstände (blau) am Hangfuss repräsentiert durch Bodenabtrag verlagertes, relativ steinfreies Feinmaterial.



**Abb. 4:** Valsot. Ramosch, Chantata-Terrasse. Steinwall in Schnitt S2. Blick gegen Nordosten.

#### Nutzungsgeschichte

Im Kontext früherer Ergebnisse zur Nutzungsgeschichte des Umfeldes<sup>15</sup> lässt sich aus diesen Befunden die Entstehung und Nutzung der Terrasse anschaulich rekonstruieren **Abb. 6**.

Die ursprüngliche Topografie zu Beginn der menschlichen Einflussnahme ist in **Abb. 6A** dargestellt. Bis zum Beginn des Subboreals entwickelten sich unter Nadelwäldern in der unterschiedlich mächtigen, skelettreichen, ockerfarbenen Verwitterungsdecke (aus tonigen bis sandigen Partien des Bündnerschiefers) Braunerden und Podsole. Im Zuge der menschlichen Nutzung wurde der Fichtenwald mit Feuer gerodet und dadurch das Wachstum von Lärchen gefördert. Es entstanden die neolithischen Lärchenwiesen<sup>16</sup>. Um 2200–2000 v. Chr. wurde die Landschaft durch Brandrodung weiter aufgelichtet; zur Weidenutzung kam nun der Ackerbau hinzu. Um 1800 v. Chr. begann, laut der Auswertung des Profils Martinatsch durch ZOLLER ET AL. 1996, die erste pollenanalytisch belegte Ackerbauphase. Bei der

Entstehung der Chantata-Terrasse wurde das Kolluvium M3 durch Bodenauftrag eingebracht. Dieses enthält mikromorphologische Merkmale, die bereits für eine ackerbauliche Nutzung sprechen. Der an seiner Oberkante erhaltene Pflughorizont (fAp) grenzt sich anhand seines hohen Anteils an Pflanzenkohleresten deutlich ab. Die jüngsten Holzkohlen dieser Nutzungsphase stammen aus diesem begrabenen Pflughorizont und datieren in den Zeitraum 900–850 v. Chr., was bei wiederholten Brandlegungen auf eine ackerbauliche Nutzung bis in die Spätbronzezeit schliessen lässt **Abb. 6B**.

Im Kolluvium M2 finden sich erneut Holzkohlen aus der Frühen Bronzezeit, was auf das Aufbringen weiteren Bodenmaterials aus der Umgebung hinweist. Die jüngsten Holzkohlen aus dieser zweiten Ackerbauphase datieren dagegen in den Zeitraum 790–550 v. Chr. und damit in die ältere Eisenzeit, was ein vorgefundenes Keramikfragment im Taminser Stil bestätigt **Abb. 6C**.

Die jüngste Phase (M1 und rAp/Ah) ist noch undatiert. In Anbetracht der Nutzungsgeschichte der Region ist hierfür ein mittelalterlich-neuzeitliches Alter mit erneuter Ackernutzung anzunehmen **Abb. 6D**. Seit dem 19. Jahrhundert ist jedoch davon auszugehen, dass die Terrasse als Grünland genutzt wurde.

#### Synthese und Ausblick

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Terrasse von Chantata bestätigen frühere Studien zur Umwelt- und Nutzungsgeschichte der Region und ergänzen sie um wichtige Aspekte. Zwei prähistorische Ackerbauphasen sind nun klarer fassbar, ebenso die anthropogene Umgestaltung des Geländes.

FK-Nr.	Labornummer	Probenname	14C-Alter [yr BP]	±	d13C AMS ‰	Cal 1-sigma	Cal 2-sigma	C [%]	Material
108rk	MAMS-42683	Ch2 HK 15	2495	21	-26	cal BC 758-551	cal BC 771-543	32,9	Holzkohle
83rk	MAMS-33966	Ch-1 91 cm	2527	22	-21,2	cal BC 777-590	cal BC 788-549	52,3	Holzkohle
113rk	MAMS-44738	Ch2 HK20 100 cm	3642	26	-25,7	cal BC 2109-1953	cal BC 2134-1929	57,0	Holzkohle
115rk	MAMS-44740	Ch2 HK26 105 cm	2728	26	-24,3	cal BC 898-832	cal BC 920-815	58,1	Holzkohle
121rk	MAMS-42682	Ch2 HK 11	2750	23	-24,9	cal BC 915-836	cal BC 971-826	54,9	Holzkohle
84rk	MAMS-33967	Ch-2 125-145 cm	3340	23	-27,6	cal BC 1631-1542	cal BC 1728-1534	50,1	Holzkohle
119rk	MAMS-44739	Ch2 HK24 135 cm	3711	27	-23,2	cal BC 2190-2038	cal BC 2200-1986	57,8	Holzkohle

Kalibrierung mit OxCal v4.4.4, basierend auf IntCal 20 (Reimer et al. 2020)

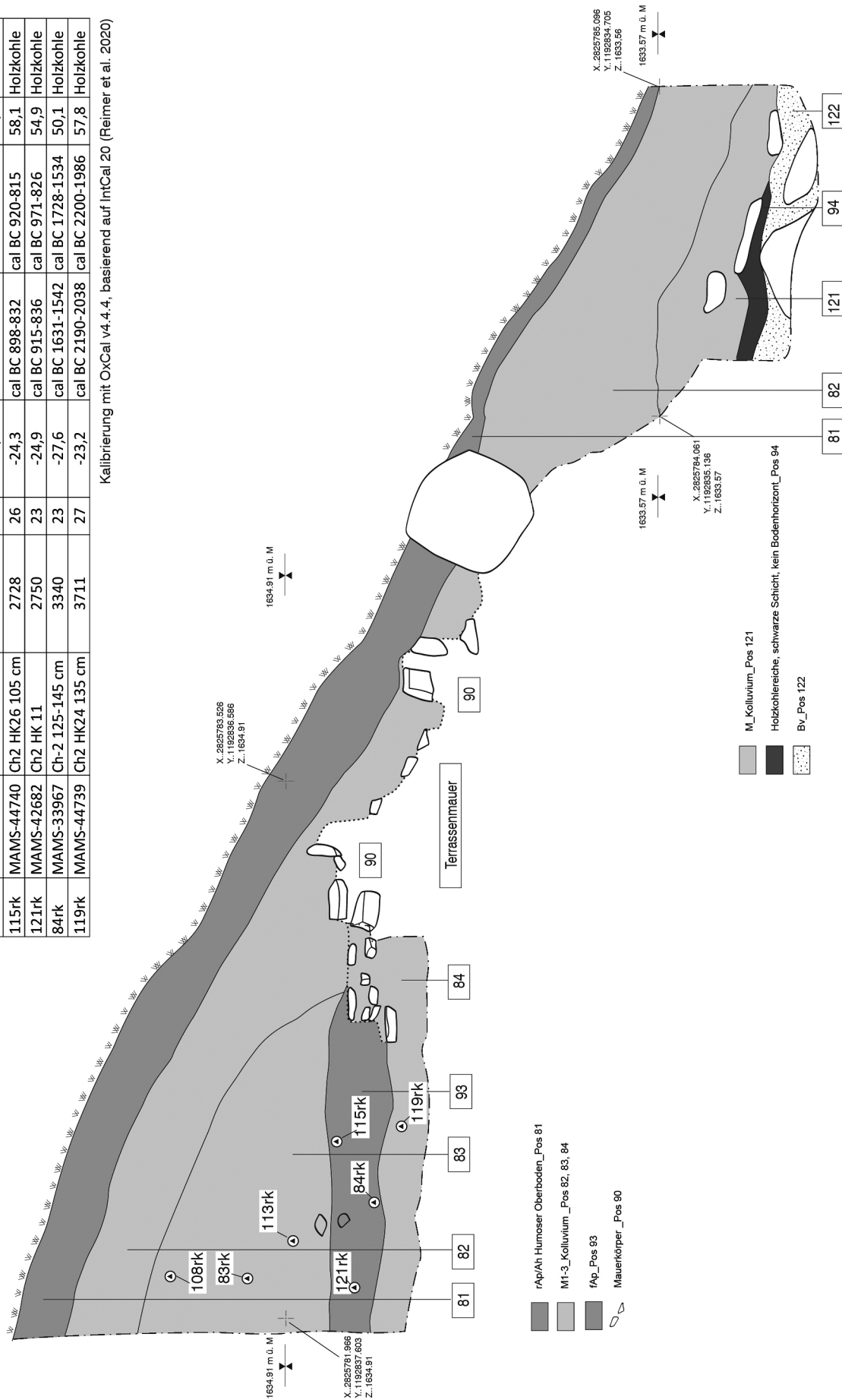
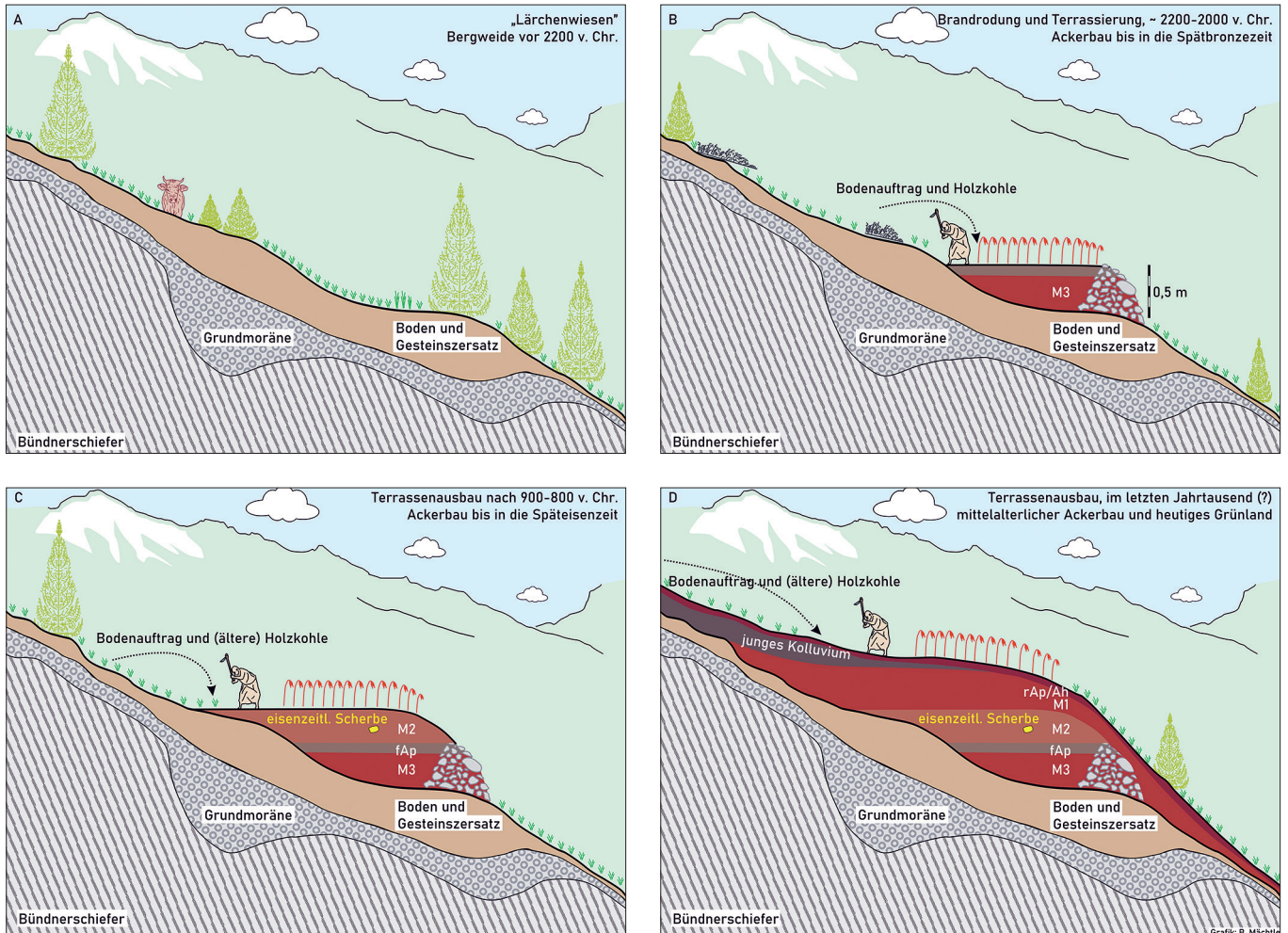


Abb. 5: Valsot. Ramosch, Chantata-Terrasse. Schnitt S2, Ost-Profil (vgl. Abb. 2; Abb. 3). Mst. 1:20.

## Neue Untersuchungen zu den (prä-)historischen Terrassen von Ramosch



**Abb. 6:** Valsot. Ramosch, Chantata-Terrasse. Synthese – Landnutzungsphasen, Bodenhorizonte in der heutigen Situation. **A:** Lärchenwiesenlandschaft mit Beweidung. **B:** Bronzezeitliche Ackerterrasse. **C:** Eisenzeitliche Aufhöhung der Terrasse. **D:** Spätere (mittelalterlich-neuzeitliche) Überdeckung der Strukturen. Schema auf Basis der geoelektrischen Tomographie und des Profilschnittes (vgl. **Abb. 3; Abb. 5**).

Ein Steinwall, der die Terrasse begrenzt, wurde hier erstmals in dieser Region klar dokumentiert. Ähnliche Strukturen könnten aber auch im weiteren Umfeld vorkommen. In einem zu Beginn der 1980er-Jahre durch STAUFFER 1983 angelegten, ca. 500 m südlich gelegenen Terrassenschnitt **Abb. 1** wurde zwar keine Steinstruktur identifiziert, dennoch lassen sich in der bisher unpublizierten Dokumentation<sup>17</sup>, in Kenntnis der Terrasse von Chantata, durchaus Hinweise auf einen vergleichbaren Aufbau finden. Interessant ist dabei die Position des Steinwalls innerhalb der Terrasse, welche sich leicht unterhalb der im Gelände beobachteten Kante befindet. Wie **Abb. 6** zeigt, ist sie das Ergebnis eines langanhaltenden Zusam-

menspiels anthropogener (Rodung, Ackerbau, Abtrag, Aufschüttung) und natürlicher Faktoren (Erosion, Sedimentation).

Die hier vorgestellte Rekonstruktion der Landschafts- und Nutzungsgeschichte beruht auf einer gemeinsamen Auswertung archäologischer, geoarchäologischer und geophysikalischer Daten. Sie bestätigen und ergänzen frühere Studien, deren Schlussfolgerungen vor allem auf Pollenanalysen aufbauten. Dies zeigt den grossen Wert interdisziplinärer Studien in einem komplexen Umfeld wie den Terrassen. Insbesondere die Geophysik und die Mikromorphologie sind eine wichtige Ergänzung des Methodenspektrums der alpinen Archäologie.

Die Auswertung weiterer Geländebegehungen, Grabungen, Messungen und Beprobungen, die hier nicht vorgestellt werden konnten, wird zeigen, wie repräsentativ die bisherigen Ergebnisse für die Landschafts- und Nutzungsgeschichte der Terrassenlandschaft von Ramosch sind. Dies soll auch in weiteren Feldarbeiten im Laufe der nächsten Jahre überprüft werden.

### Dank

Für ihre tatkräftige Unterstützung danken wir Thomas Reitmaier, Christoph Walser, Philipp Wiemann und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Archäologischen Dienstes Graubünden. Für die nötigen Genehmigungen sowie die Ermöglichung der Geländearbeiten sind wir den Einwohnerinnen und Einwohnern bzw. Mitarbeitenden der Gemeinde Valsot sehr dankbar. Nicht zuletzt danken wir allen Studierenden der beteiligten Universitäten, durch deren Einsatz unsere Feldforschungen erst möglich wurden.

### Anmerkungen

- 1 MATHIEU 1994.
- 2 FREI 1958/59. – STAUFFER 1976.
- 3 ZOLLER ET AL. 1996.
- 4 zusammenfassend: RAGETH 2000.
- 5 REITMAIER 2012. – REITMAIER 2017.
- 6 CARRER ET AL. 2016. – DIETRE ET AL. 2014, 2017, 2020. – KOTHIERINGER ET AL. 2015. – REITMAIER ET AL. 2013.
- 7 REITMAIER ET AL. 2018. – REITMAIER/KRUSE 2019.
- 8 SCHWEHN 2020.
- 9 VELLA 2018. – ROFFLER 2020.
- 10 WEIDELT 2005.
- 11 GREINWALD/THIERBACH 1997.
- 12 SCHWEHN 2020.
- 13 RAGETH 1998.
- 14 NAGY 2000.
- 15 ZOLLER ET AL. 1996. – RABA 1996.
- 16 ZOLLER ET AL. 1996.
- 17 STAUFFER 1983.

### Literatur

- CARRER FRANCESCO/ COLONESE ANDRÉ CARLO/ LUCQUIN ALEXANDRE/ PETERSEN GUEDES EDUARDO/ THOMPSON ANU/ WALSH KEVIN/ REITMAIER THOMAS/ CRAIG OLIVER: Chemical analysis of pottery demonstrates prehistoric origins for high-altitude alpine dairying. PLOS ONE 11, 2016, e0151442. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0151442>.
- DIETRE BENJAMIN/ WALSER CHRISTOPH/ LAMBERS KARSTEN/ REITMAIER THOMAS/ HAJDAS IRKA/ HAAS JEAN NICOLAS: Palaeoecological evidence for Mesolithic to Medieval climatic change and anthropogenic impact on the Alpine flora and vegetation of the Silvretta Massif (Switzerland/ Austria). Quaternary International, 2014, 353: 3–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.05.001>.
- DIETRE BENJAMIN/ WALSER CHRISTOPH/ KOFLER WERNER/ KOTHIERINGER KATJA/ HAJDAS IRKA/ LAMBERS KARSTEN/ REITMAIER THOMAS/ HAAS JEAN NICOLAS: Neolithic to Bronze Age (4850–3450 cal. BP) fire management of the Alpine Lower Engadine landscape (Switzerland) to establish pastures and cereal fields. The Holocene 27, 2017, 181–196. <http://dx.doi.org/10.1177/0959683616658523>.
- DIETRE BENJAMIN/ REITMAIER THOMAS/ WALSER CHRISTOPH/ WARNK THERESA/ UNKEL INGMAR/ HAJDAS IRKA/ LAMBERS, KARSTEN/ REIDL DANIEL/ HAAS JEAN NICOLA: Steady transformation of primeval forest into subalpine pasture during the Late Neolithic to Early Bronze Age (2300–1700 BC) in the Silvretta Alps, Switzerland, The Holocene 30, 2020, 355–368. <https://doi.org/10.1177%2F0959683619887419>.
- FREI BENEDIKT: Die Ausgrabung auf der Mottata bei Ramosch im Unterengadin 1956–1958. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 47, 1958/59, 34–43. <http://doi.org/10.5169/seals-114598>
- GREINWALD SIEGFRIED/ THIERBACH RENÉ: Elektrische Eigenschaften der Gesteine. In: BEBLO MARTIN (Hrsg.): Umweltgeophysik. Berlin 1997, 89–96.
- KOTHIERINGER KATJA/ WALSER CHRISTOPH/ DIETRE BENJAMIN/ REITMAIER THOMAS/ HAAS JEAN NICOLAS/ LAMBERS KARSTEN: High impact: early pastoralism and environmental change during the Neolithic and Bronze Age in the Silvretta Alps (Switzerland/ Austria) as evidenced by archaeological, palaeoecological and pedological proxies. Zeitschrift für Geomorphologie 59, Suppl. 2, 2015, 177–198. [https://doi.org/10.1127/zfg\\_suppl/2015/S-59210](https://doi.org/10.1127/zfg_suppl/2015/S-59210)
- MATHIEU JON: Bauern und Bären: Eine Geschichte des Unterengadins von 1650 bis 1800. Chur 1994.
- NAGY PATRICK: Eisenzeitliche Fundstellen im südlichen Misox. In: DELLA CASA PHILIPPE (Hrsg.): Mesolcina praehistorica. Mensch und Naturraum in einem Bündner Südalpental vom Mesolithikum bis in römische Zeit. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 67. Bonn 2000, 111–123.
- RABA ANGELIKA: Historische und landschaftsökologische Aspekte einer inneralpiner Terrassenlandschaft am Beispiel von Ramosch. Dissertation,

## Neue Untersuchungen zu den (prä-)historischen Terrassen von Ramosch

### Adressen

**Angelika Abderhalden-Raba**  
Fundaziun Pro Terra Engiadina  
c/o ARINAS environment AG  
Clüs 152D  
CH-7530 Zernez  
a.abderhalden@arinas.ch

**Philippe Della Casa**  
Universität Zürich  
Institut für Archäologie –  
Fachbereich Prähistorische  
Archäologie  
Karl Schmid-Strasse 4  
CH-8006 Zürich  
phildc@archaeologie.uzh.ch

**Katja Kothieringer**  
Universität Bamberg  
Institut für Archäologische  
Wissenschaften, Denkmal-  
wissenschaften und Kunst-  
geschichte  
Informationsverarbeitung in der  
Geoarchäologie  
Am Kranen 14  
D-96047 Bamberg  
katja.kothieringer@  
uni-bamberg.de

**Karsten Lambers**  
Universiteit Leiden  
Faculteit der Archeologie  
Einsteinweg 2  
NL-2333 CC Leiden  
k.lambers@arch.leidenuniv.nl

**Bertil Mächtle**  
Universität Heidelberg  
Geographisches Institut und  
Heidelberg Center for the  
Environment (HCE)  
Im Neuenheimer Feld 348  
D-69120 Heidelberg  
bertil.maechtle@  
uni-heidelberg.de

**Mario Ranzinger**  
Köckstrasse 9  
D-94469 Deggendorf  
mario-ranzinger@t-online.de

**Astrid Röpeke**  
Universität zu Köln  
Institut für Ur- und  
Frühgeschichte – Labor für  
Archäobotanik  
Weyertal 125  
D-50931 Köln  
astrid.roepke@uni-koeln.de

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (D) 1996.
- RAGETH JÜRIG: Chur-Welschdörfli, Schutzbau Areal Ackermann: urgeschichtliche und römische Funde und Befunde. Archäologischer Führer der Schweiz 29, 1998, 47.
  - RAGETH JÜRIG: Kleine Urgeschichte Graubündens. Archäologie Schweiz 23, 2000, 32–46.
  - REITMAIER THOMAS (Hrsg.): Letzte Jäger, erste Hirten: Hochalpine Archäologie in der Silvretta. Archäologie Graubünden, Sonderheft 1. Chur 2012.
  - REIMER PAULA / AUSTIN WILLIAM / BARD EDOUARD ET AL. (2020): The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). Radiocarbon 62, 4, 725–757.
  - REITMAIER THOMAS: Prähistorische Alpwirtschaft: Eine archäologische Spurensuche in der Silvretta (CH/A), 2007–2016. Jahrbuch Archäologie Schweiz 100, 2017, 7–53.
  - REITMAIER THOMAS / LAMBERS KARSTEN / WALSER CHRISTOPH / ZINGMAN IGOR / HAAS JEAN-NICOLAS / DIETRE BENJAMIN / REIDL DANIEL / HAJDAS IRKA / NICOLUSSI KURT / KATHREIN YVONNE / NAEF LEANDRA / KAISER THOMAS: Alpine Archäologie in der Silvretta. Archäologie Schweiz 36, 2013, 4–15.
  - REITMAIER THOMAS / DOPPLER THOMAS / PIKE ALISTAIR W. G. / DESCHLER-ERN SABINE / HAJDAS IRKA / WALSER CHRISTOPH / GERLING CLAUDIA: Alpine cattle management during the Bronze Age at Ramosch-Mottata, Switzerland. Quaternary International 484, 2018, 19-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.02.007>.
  - REITMAIER THOMAS / KRUSE KRISTIN: Vieh-Weide-Wirtschaft. Ein Modell zur Tragfähigkeit bronzezeitlicher Siedlungen im Alpenraum. Prähistorische Zeitschrift 93, 2019, 265–306. <https://doi.org/10.1515/pz-2018-0008>.
  - ROFFLER PIERINA: Step by step: Developing a geographic object-based image analysis workflow for the terraced landscape of the Lower Engadine, Switzerland. Masterarbeit Universität Leiden (NL) 2020. <http://hdl.handle.net/1887/136416>.
  - SCHWEHN JOHANNA: Geophysikalisch-geoarchäologische Untersuchungen der vorrömischen Terrassenanlagen von Ramosch (Unterengadin). Masterarbeit Universität Heidelberg (D) 2020.
  - STAUFFER LOTTI: Die Siedlungsreste aus der Mottata bei Ramosch (im Unterengadin). Lizentiatsarbeit Universität Zürich 1976.
  - STAUFFER LOTTI: Ackerterrassen Ramosch. Typoskript und Skizzensammlung, Archäologischer Dienst Graubünden Ereignis Nr. 2424. 1983.
  - ULLRICH BURKART / MEYER ANDREAS / MEYER CORNELIUS: Geoelektrik und Georadar in der archäologischen Forschung. Geophysikalische 3D-Untersuchungen in Munigua (Spanien). In: WAGNER GÜNTHER A. (Hrsg.): Einführung in die Archäometrie. Berlin / Heidelberg 2007, 76–96.
  - VELLA EMILY: FOSS forward: Using open data and free open source software to document terraces in the Lower Engadine, Switzerland. Masterarbeit, Universität Leiden (NL) 2018. <http://hdl.handle.net/1887/66993>.
  - WEIDELT PETER: Geoelektrik. In: KNÖDEL KLAUS /

- KRUMMEL HEINRICH / LANGE GERHARD (Hrsg.): Geophysik. Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien. Berlin / Heidelberg 2005, 71–378.
- ZOLLER HEINRICH / ERNY-RODMANN CHRISTIANE / PUNCHAKUNNEL PAUL: The history of vegetation and land use in the Lower Engadine (Switzerland): Pollen record of the last 13 000 years. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 86. Zernez 1996.

### Abbildungsnachweis

- Abb. 1:** Katja Kothieringer, Tamara Estermann, Universität Bamberg (D)  
Quelle: Bundesamt für Landestopografie swisstopo; geo.gr.ch (für das Luftbild) und SNP (für die Übersichtskarte Unterengadin / Valsot)
- Abb. 2:** Jonas Blum, Universität Zürich
- Abb. 3:** verändert nach SCHWEHN 2020
- Abb. 4, 6:** Bertil Mächtle, Universität Heidelberg, (D)
- Abb. 5:** Umzeichnung: Judith Bucher, Universität Zürich



# 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 abgeschritten 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 m<sup>2</sup> (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

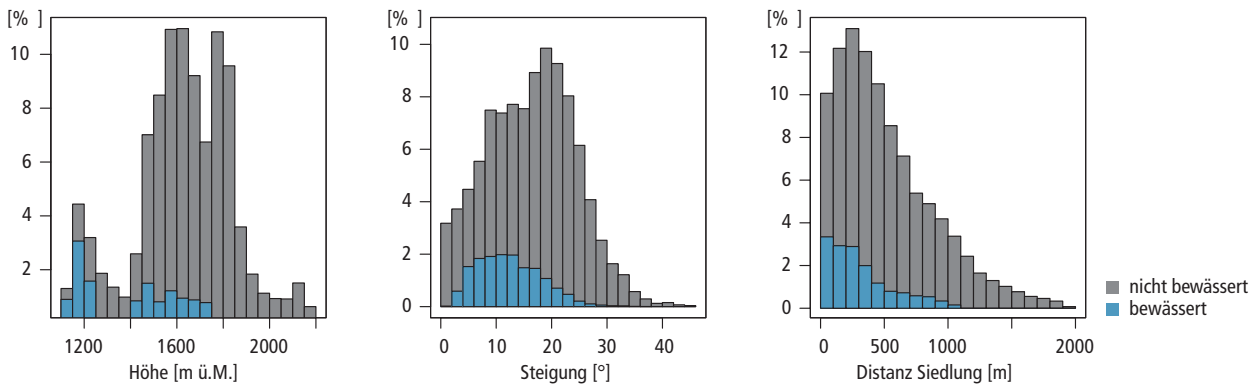
### Einfluss der Bewässerung auf die extensiv und wenig intensiv genutzten Matten

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

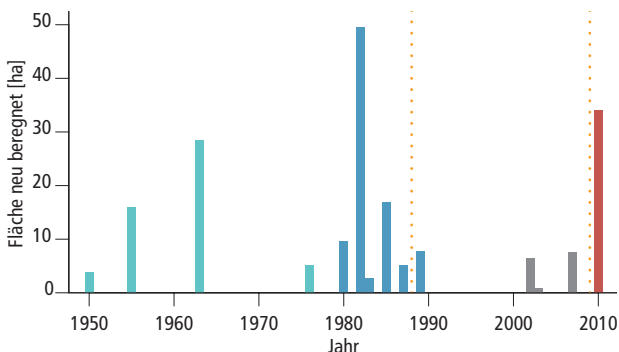
In der vorliegenden Arbeit bezeichnet als	2009/10 kartiert als	1987/88 kartiert als	Nutzung
intensiv	übernutzt oder intensiv-mittelintensiv	intensiv	2–3 Nutzungen jährlich (Mahd oder Weide) <i>Düngung:</i> Keine gesetzliche Mengenbeschränkung; Düngung erfolgt meist mit Gülle
wenig intensiv / extensiv <sup>1</sup>	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

<sup>1</sup>Bestände 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

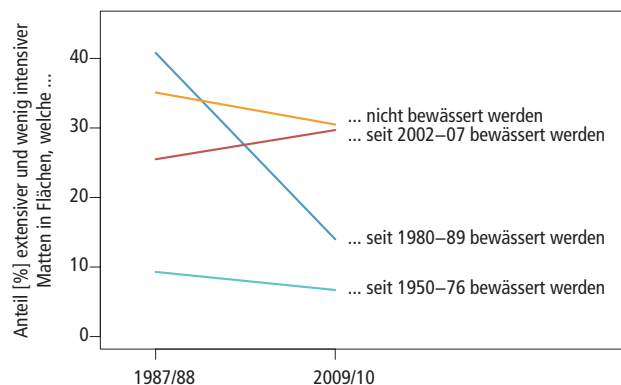
Bewässerung durch Berieselung wurde im Engadin seit Jahrhunderten betrieben (Bundi 2000). Bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurde diese arbeitsintensive Technik aber praktisch aufgegeben. Riedener *et al.* (2013) konnten im Wallis zeigen, dass traditionelle Berieselung und moderne Sprinkleranlagen auf die 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

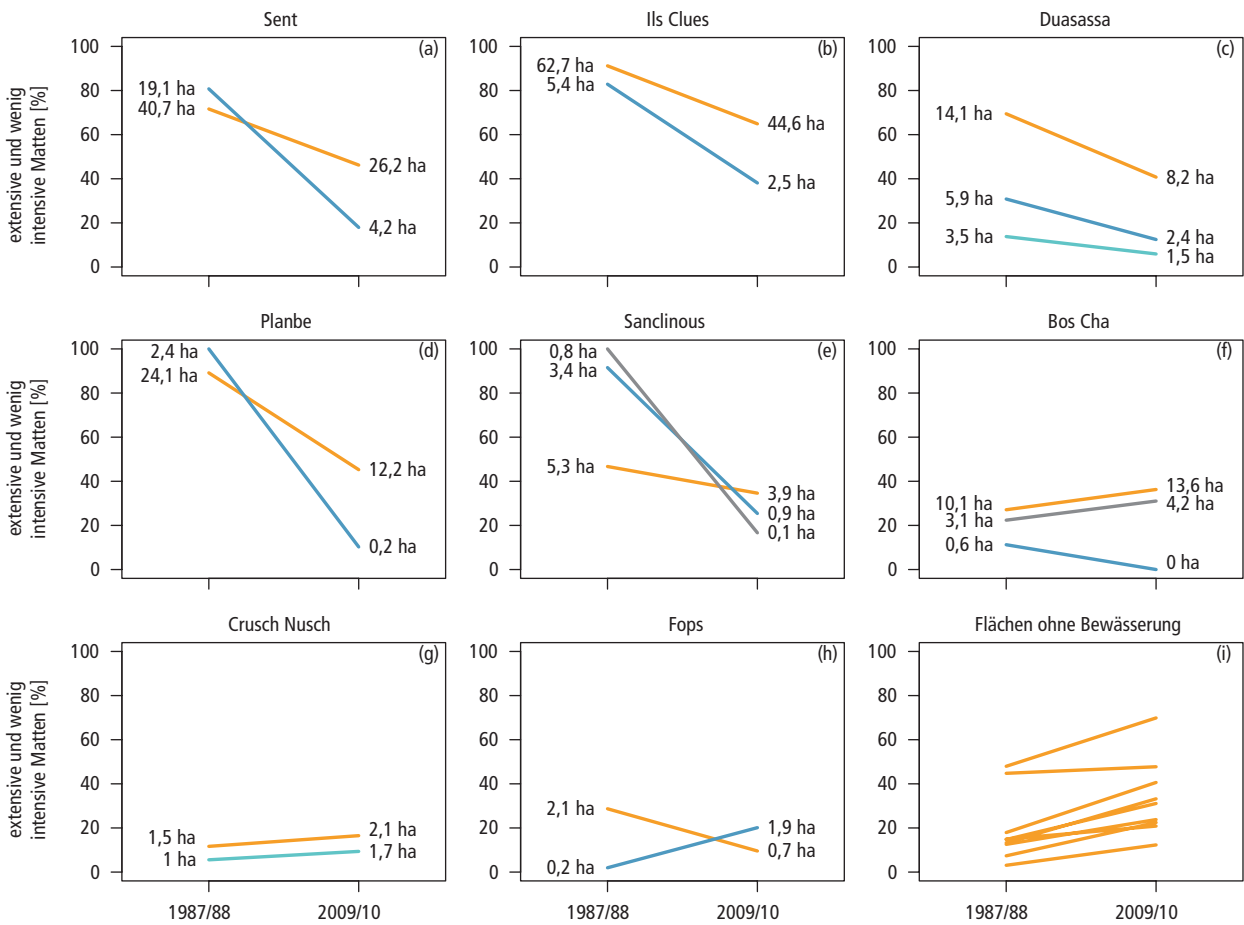


**Abb. 4 |** Entwicklung des Anteils extensiv bis wenig intensiv genutzter Matten (zwischen 1987/88 und 2009/10) in Abhängigkeit des Zeitpunkts der Inbetriebnahme der Bewässerungsanlagen (die absoluten Flächenwerte sind im oberen Bereich der Tabelle 2 angegeben).

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. ■

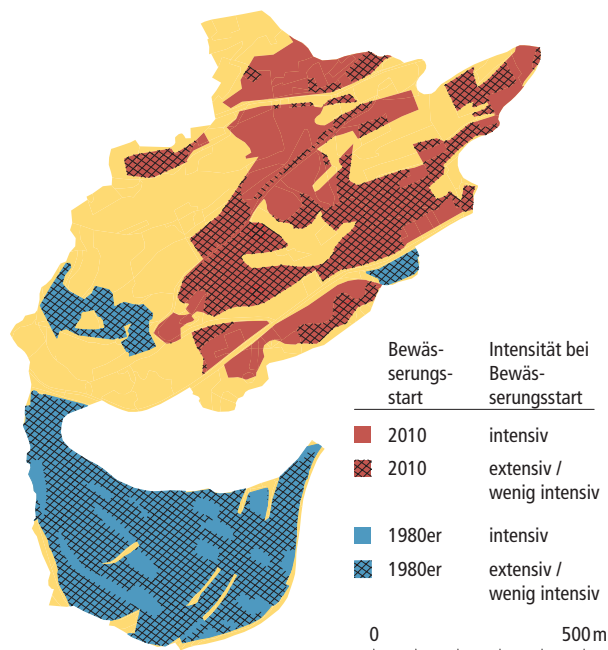


Abb. 7 | Untersuchungsfläche Sent. Ein Teil der schraffierten Flächen wurde vor Inbetriebnahme extensiv genutzt. Bei einem weiteren Teil war die Nutzung zwischen wenig und mittelintensiv.

#### 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.



## Vorstellung des Phaeozems

Als Böden klimatisch trockener Regionen werden Phaeozeme auf den zurzeit in der Schweiz kartierten Flächen selten beschrieben, da diese Karten hauptsächlich das Mittelland abbilden. In den Kartierungen der 1970er und 1980er Jahre in den alpinen Trockentälern (Wallis und Graubünden) nimmt der Phaeozem jedoch einen größeren Teil der Fläche ein, wie hier im Engadin. Diese Böden werden hauptsächlich durch ihren bedeutenden, dunklen, organisch-mineralischen Horizont mit krümeliger Struktur definiert. Zudem haben sie sich in einer klimatischen Umgebung mit einer negativen jährlichen Wasserbilanz entwickelt.

Die Bezeichnung des Bodentyps "Phaeozem" wurde der Legende der FAO-Weltbodenkarte entnommen. Im hierarchischen Teil der aKLABS wird der Phaeozem mit dem Code 2342 klassifiziert. Es handelt sich um einen Boden vom Typ "Schwarzerde" mit einem dicken, humosen Ah-Horizont mit krümeliger Struktur und einer schwärzlichen bis dunkelgrauen Farbe. Der Chroma-Wert in diesem Horizont ist sehr tief. Unter dem Ah befindet sich ein B-Horizont mit einer ebenfalls stabilen Aggregatstruktur. In der Sorptionsschicht dominieren die austauschbaren  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen. Der Phaeozem kann einen verbraunten B-Horizont haben.

## Phäozem gemäss Zech et al., 2014

Beschreibung des Phaeozem nach der WRB im Buch "Böden der Welt"(Kapitel D.1, trockene Mittelbreiten, trockene kühl-gemäßigte Zone)

Quelle: Zech, W., Schad, P., & Hintermaier-Erhard, G. (2014). *Böden der Welt: Ein Bildatlas*. Springer-Verlag.

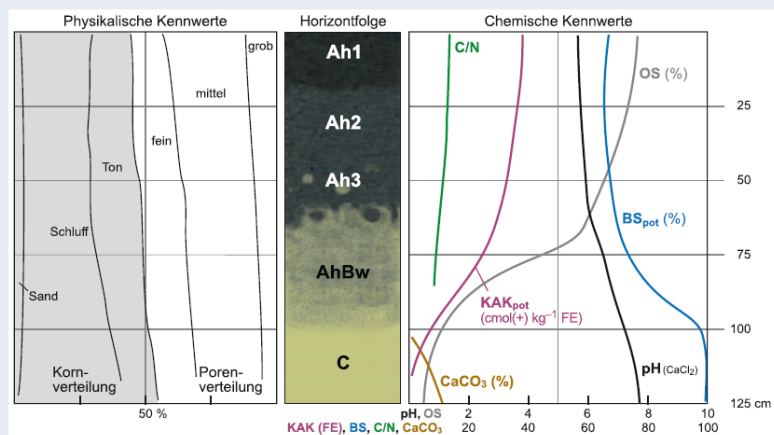
Profilcharakteristik · Ausgewählte Bodenkennwerte eines Haplic Phaeozem aus Löss

### Diagnostika

Mollic\*\* Horizont (diagnostischer mineralischer OBH)

- Struktur gut entwickelt; im trockenen Zustand nicht kohärent und nicht (sehr) hart;
- chroma  $\leq 3$  (feucht), value  $\leq 3$  (feucht) und  $\leq 5$  (trocken); value i. d. R. mindestens eine Einheit dunkler als im Ausgangsgestein;
- $C_{org} \geq 0.6\%$  ( $OS \geq 1\%$ ); die Minimumwerte für organic\*\* Material werden nicht überschritten;
- $BS_{pot} \geq 50\%$ , gewichteter Mittelwert über den ganzen Horizont;
- Mächtigkeiten:
  - $\geq 10$  cm, sofern direkt auf kontinuierlichem\*\* Fels oder einem cryic\*\*, petrocalcic\*\*, petroduric\*\*, petrogypsic\*\* oder petroplinthic\*\* Horizont;
  - $\geq 20$  cm sowie  $\geq$  ein Drittel der Solummächtigkeit, wenn das Solum  $< 75$  cm mächtig ist;
  - $\geq 25$  cm, wenn das Solum  $\geq 75$  cm ist.

Die obersten 20 cm des Mineralbodens werden gemischt. Ist der mollic\*\* Horizont mächtiger, so müssen die Kriterien sowohl im durchmischten Bereich als auch im darunter liegenden undurchmischten Bereich erfüllt sein. Ausnahme: Für die BS wird der gewichtete Mittelwert über den ganzen Horizont bestimmt.



### Definitionen speziell für Phaeozeme

- Keine sekundären Carbonate oberhalb von 50 cm unter der Untergrenze des mollic\*\* Horizonts (bzw. oberhalb einer verhärteten oder verkitteten Lage, falls diese in geringerer Tiefe vorkommt);
- $BS_{pot} \geq 50\%$  durchgängig bis 100 cm u. GOF.

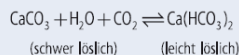
### Bodenbildende Prozesse

- Humusanreicherung und Bioturbation
- ggf. Entkalkung
- ggf. ascendente Verlagerung

Die wesentlichen Prozesse umfassen:

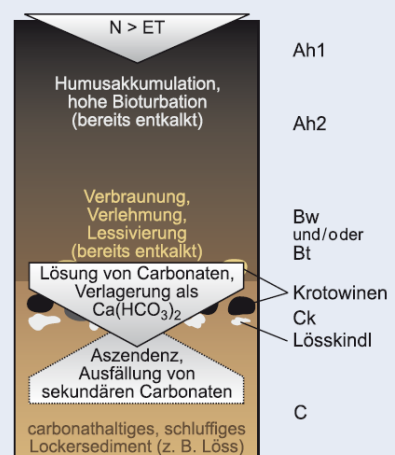
- Hohe Biomasseproduktion im Übergangsbereich Wald/Langgrassteppe; nicht so hoch wie in der Chernozem-Landschaft.
- Humusakkumulation unter Beteiligung wühlende Bodentiere (Entstehung von Krotowinen), jedoch weniger intensiv als in Chernozemen.
- Liegt carbonathaltiges Ausgangsgestein vor, kommt es (zumindest teilweise) zur Lösung der Carbonate (Calcit, Dolomit), begünstigt durch hohe Niederschläge (subhumides Klima), im Niederschlags- und Bodenwasser gelöstes  $\text{CO}_2$  und niedrige pH-Werte ( $< 6$ ).  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  werden entweder in tieferen Bodenlagen (z. B. im Übergangsbereich zum C-Horizont) als soft powdery lime oder als Lösskindln ausgefällt oder ganz aus dem Solum ausgewaschen.

Der Lösungsvorgang beruht auf der Umwandlung von relativ schwer löslichen Carbonaten in leicht lösliche Hydrogencarbonate. Beispiel:


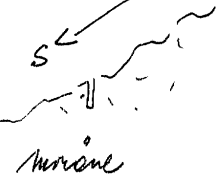




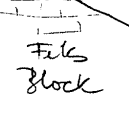



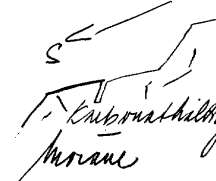
Da mit dem Austrag der Carbonate der pH-Wert sinkt und Verbraunung, Verlehmung und auch Tonverlagerung einsetzen, wirkt die Entkalkung profildifferenzierend und leitet von Ah-C- zu Ah-Bw-C- bzw. Ah-(E)-Bt-C-Böden über.

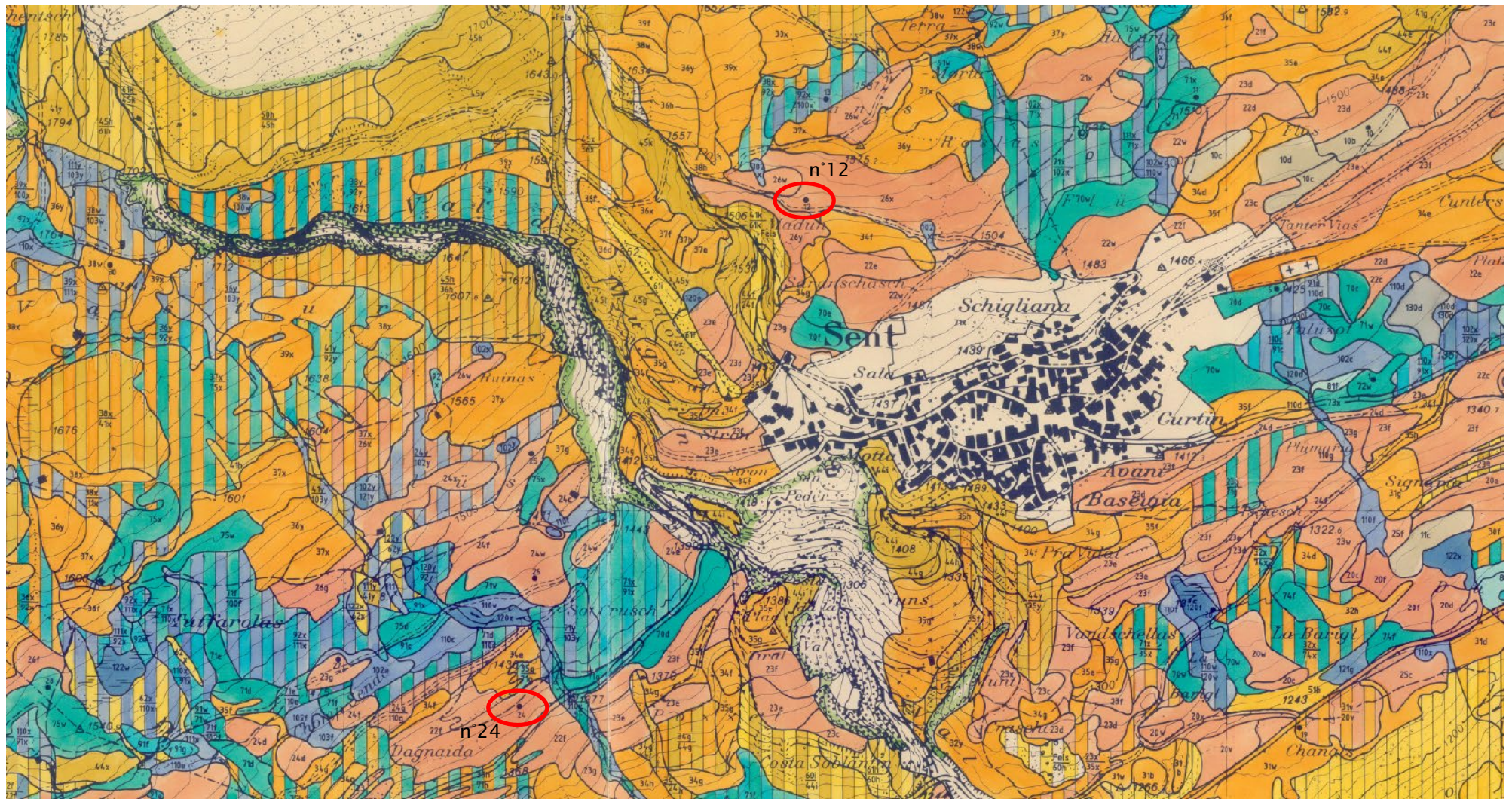
4. Während der Sommermonate schwache Neigung zur Ascendenz  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -haltiger Bodenlösung (i. d. R. ohne Grundwasseranschluss), was in tieferen Bodenlagen zur Ausfällung von  $\text{CaCO}_3$  in Form von Kalkkonkretionen führen kann (z. B. Ck-Horizont). Sie fehlen jedoch oberhalb von 50 cm unter der Untergrenze des mollic\*\* Horizonts.



# Vorstellung der Profile 1983 in Sent im Engadin

SITUATION		TOPOGRAPHIE / GEOLOGIE			TITELDATEN								
		Daten-schlüssel	Projekt Nr.	Profil-art	Pedologie	Datum		Profilbezeichn. Sigle Nr.					
		1	2	3	4	5		6					
			175	P	MP	19 13		TS 12					
		Polit. Gem. Kanton	Sent GR						Gem. Nr.	7			
Ort	Flurname / <i>Madun</i>												
Blatt-Nr. 1:25'000	1199		Koor-dinaten		189570820800								
Kartierungs-code	26 x												
BÖDENBEZEICHNUNG													
<i>Phaeozem</i>					Bodentyp	2		2342					
<i>Abgrund mittel</i>					Untertyp	G1 KF Kf		21					
<i>Blattplanmig, hangflach</i>					Skelettgehalt		A 2 B 5		22				
<i>Bestandungen</i>					Feinerdekorung		A 2 B 2		23				
<i>Erhöhe kapbare aufstieg durch hangflache u. Exposition</i>					Pflanzennutzbare Gründigkeit		2		24				
<i>tiefsprünchig</i>					Speicherungsvermögen für leicht verfügbares Wasser		2		25				
<i>70 cm</i>					Neigung		16%		26				
<i>75 cm</i>					Stufe		X						
PROFILSKIZZE													
Horizont		Profilskizze	Gefüge	Organ. Sub.	Ton %	Schluff %	Sand %	Kies 0.2-5 Vol. %	Steine > 5 Vol. %	Kalk CaCO3 %	pH CaCl2	Farbe (Munsell)	Proben Bemerkungen
Nr.	Tiefe	Bezeichn.											
	0												
1	10	Ah		kap	10	18	28	10	5	6.3		10YR2/1	
2	20	ABca		brm	6	18	28	15	15	6.6		10YR4/2	
3	30	Bca		brg	2	18	28	15	10	7.1 +		10YR5/3	
4	50	B(h) K		brg	1	18	28	15	20	8.0		2.5Y5/3	
5	100	R											
STANDORT										BEWERTUNG / EIGNUNG			
Höhe ü.M. m	Exposition	Klimaeignungszone	Vegetation aktuell	Geologie	Landsch. element	Stufe	Punkte	Eignung					
60	61	62	63	64	65	80a	80b	81					
1540	S	F	W1	MO	HT	5	48	FW					
NUTZUNGSBESCHRÄNKUNGEN / MELIORATIONEN													
Krumenzustand	Limitierungen		Nutzungsbeschränkungen			Meliorationen festgestellte		empfohlene		Düngereinsatz fest		flüssig	
70	71		72			73a		73b		74a		74b	
2	TN TO KH KN		W BV			/		/		2		2	
WALD													
Humusform	Bestand	Baumhöhe, m gemessen / geschätzt		Vorrat, m³/ha gemessen / geschätzt		Alter, J gemessen / geschätzt		Gesellschaft	Geeignete Baumarten		Stufe	Punkte	
90	91	92a 92b		93a 93b		94a 94b		95	96		97a	97b	

SITUATION		TOPOGRAPHIE / GEOLOGIE				TITELDATEN																							
						Daten-schlüssel	Projekt Nr.	Profil-art	Pedologe	Datum		Profilbezeichn. Sigle Nr.																	
						1	2	3	4	5		6																	
						175	P	MO	18	9	13	TS	24																
						Polit. Gem. Kanton		Send GR		Gem. Nr.		7																	
						Ort		Dagnade				8																	
						Blatt-Nr.				Koor-dinaten		9																	
						1:25'000						10																	
						Kartierungs-code																							
BODENBEZEICHNUNG																													
		Phasezen				Bodentyp		Z		2		3 4 2																	
		kalkflaumig / humusreich				Untertyp		KF 91				21																	
Bemerkungen Sand kieserig Lu 2G1		kieshaltig / stark kieshaltig				Skelettgehalt		A 2		B 4		22																	
		keilförmig				Feinerdekörnung		A 2		B 2		23																	
		80 cm				Pflanzennutzbare Gründigkeit				2		24																	
		90 mm				Speicherungsvermögen für leicht verfügbares Wasser				2		25																	
		Flachhang				Neigung		24°				Stufe e 26																	
PROFILSKIZZE																													
30		31		32		33		34		35		36		37		38		39a		39b		40		41		42		43	
Horizont		Profilskizze		Gefüge		Organ. Sub.		Ton		Schluff		Sand		Kies 0.2-5 Vol. %		Steine > 5 Vol. %		Kalk CaCO <sub>3</sub> %		pH CaCl <sub>2</sub>		Farbe (Munsell)		Proben		Bemerkungen			
Nr.		Tiefe		Bezeichn.																									
		0																											
		10		Ahp		kbf		4-5		17		28		15		6		++				255/1							
		20																											
		30		Bst		kbr		1-2		17		28		15		6		++				255/4							
		40																											
		50																											
		60																											
		70		Bk		kbf				15		25		20		15		++				255/3							
		80																											
		90																											
		100		Bck		kbf				13		20		20		15		++				√/2							
		120																											
		140																											
		160																											
		180																											
STANDORT						BEWERTUNG / EIGNUNG																							
Höhe ü.M. m		Exposition		Klimaeignungszone		Vegetation aktuell		Geologie		Landsch. element		Stufe		Punkte		Eignung													
60		61		62		63		64		65		80a		80b		81													
1390		S				W1		M0		HT		4		60		GE FA													
NUTZUNGSBESCHRÄNKUNGEN / MELIORATIONEN																													
Krumenzustand		Limitierungen			Nutzungsbeschränkungen			Meliorationen festgestellte		empfohlene		Düngereinsatz fest		flüssig															
70		71			72			73a		73b		74a		74b															
1		TN KH KN			W Z V			/		/		7		1															
WALD																													
Humusform		Bestand		Baumhöhe, m gemessen / geschätzt		Vorrat, m <sup>3</sup> /ha gemessen / geschätzt		Alter, J gemessen / geschätzt		Gesellschaft		Geeignete Baumarten		Stufe		Punkte													
90		91		92a 92b		93a 93b		94a 94b		95		96		97a		97b													



NORMAL DURCHLAESSIGE BOEDEN

- Sehr tiefgründige Böden mit sehr grosser Wasserspeicherung (100 - 150 cm pflanzennutzbare Gründigkeit)
- 10 Teilweise entkarbonateter Phaeozem, kieshaltig bis kiesig, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (62)
- 11 Schwach pseudogleyiger Phaeozem, schwach skeletthaltig bis kieshaltig, Lehm (Klimazone E 2) (66 - 70)

- Tiefgründige Böden mit grosser Wasserspeicherung (70 - 100 cm pflanzennutzbare Gründigkeit)
- 20 Karbonatreicher Phaeozem, kiesig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (62 - 66)
- 21 Schwach ausgeprägter Phaeozem, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone F) (50)
- 22 Grundfeuchter Phaeozem, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (58 - 60)
- 23 Neutraler Phaeozem, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (54 - 58)
- 24 Schwach gleyiger Phaeozem, steinhaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (48 - 54)
- 25 Schwach gleyiger Phaeozem, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (66 - 68)
- 26 Grundfeuchter, kalkflaumiger Phaeozem, kieshaltig bis stark steinhaltig, sandiger Lehm (Klimazone F) (46 - 50)
- 27 Schwach gleyiger Phaeozem mit Blöckevorkommen, kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone F) (46)

- Mässig tiefgründige Böden mit mittlerer Wasserspeicherung (50 - 70 cm pflanzennutzbare Gründigkeit)
- 30 Kalkflaumiger Phaeozem, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (62 - 64)
- 31 Karbonatreicher Phaeozem, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (58 - 62)
- 32 Karbonatreicher, psephitischer Phaeozem, stark kieshaltig bis kiesreich (Klimazone E 1) (52 - 58)
- 33 Schwach gleyiger, kalktuffiger Phaeozem mit Blöckevorkommen, skeletthaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (52 - 56)
- 34 Teilweise entkarbonateter Phaeozem, stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (48 - 54)
- 35 Schwach ausgeprägter Phaeozem, sehr stark kieshaltig bis steinreich, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (46 - 52)
- 36 Neutrale Braunerde, kieshaltig bis stark steinig, sandiger Lehm (Klimazone F) (38 - 40)
- 37 Schwach ausgeprägter Phaeozem, kieshaltig bis stark kiesig, sandiger Lehm (Klimazone F) (42 - 46)
- 38 Schwach gleyige, schwach saure Braunerde, kieshaltig bis stark steinhaltig, sandiger Lehm (Klimazone F) (38 - 44)
- 39 Grundfeuchte, schwach saure Braunerde, steinhaltig bis stark steinhaltig, Lehm bis sandiger Lehm (Klimazone F) (38 - 42)

- Ziemlich flachgründige Böden mit kleiner Wasserspeicherung (30 - 50 cm pflanzennutzbare Gründigkeit)
- 40 Karbonatreicher Phaeozem, kieshaltig bis kiesreich, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (40 - 50)
- 41 Erodierter Braunerde, stark steinig, sandiger Lehm (Klimazone F) (32 - 34)
- 42 Teilweise entkarbonateter Phaeozem, skelettarm bis stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (58)
- 43 Karbonatreicher Phaeozem, stark kiesig, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (40 - 46)
- 44 Erodierter Phaeozem, stark kieshaltig, sandiger Lehm (Klimazone E 2) (36 - 42)
- 45 Erodierter, neutrale Braunerde, kiesreich, sandiger Lehm (Klimazone F) (22 - 24)
- 46 Psammentischer Fluvisol, skelettfrei, lehmiger Sand auf Sand (Klimazone E 1) (46)
- 47 Psammentischer Fluvisol, skelettfrei auf kiesreicher Unterlage, sandiger Lehm bis lehmiger Sand (Klimazone E 1) (48)

- Flachgründige Böden mit sehr kleiner Wasserspeicherung (10 - 30 cm pflanzennutzbare Gründigkeit)
- 50 Erodierter Regosol, kiesreich, sandiger Lehm (Klimazone F) (20)
- 51 Psephitischer Phaeozem, kieshaltig bis kiesreich, sandiger Lehm bis lehmiger Sand (Klimazone E 1) (38 - 42)
- 52 Psephitischer Fluvisol, kiesarm auf kiesreicher Unterlage, sandiger Lehm bis Sand (Klimazone E 1) (42)

- Sehr flachgründige Böden mit extrem kleiner Wasserspeicherung (0 - 10 cm pflanzennutzbare Gründigkeit)
- 60 Blockiger Regosol, steinreich, sandiger Lehm (Klimazone E 1) (16)
- 61 Erodierter Regosol, kiesreich, sandiger Lehm (Klimazone F) (20)
- 62 Kalktuffiger, lithosolischer Regosol, lehmiger Sand (Klimazone F) (18)

SELTEN GRUND- ODER HANGWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN

- Im Untergrund zeitweise vernässte Böden. Unterer Wurzelbereich (ab ca. 60 cm Tiefe), zeitweise porengesättigt  
Meliorationsmassnahmen: Keine besonderen Vorkehrungen nötig
- 70 Gleyiger Phaeozem, kieshaltig, sandiger Lehm, tiefgründig. (Klimazone E 2) (58 - 60)
- 71 Gleyiger Phaeozem, kieshaltig bis stark steinhaltig, sandiger Lehm, tiefgründig. (Klimazone E 2) (50 - 54)
- 72 Drainierter Braunerde-Gley, gleyig, kieshaltig bis stark steinhaltig, sandiger Lehm, tiefgründig. (Klimazone E 2) (56)
- 73 Drainierter, anmooriger Gley, gleyig, steinhaltig mit Blöckevorkommen, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone E 2) (46 - 48)
- 74 Gleyiger Phaeozem, steinhaltig, sandiger Lehm. (Klimazone E 1) (62 - 64)
- 75 Gleyiger, schwach ausgeprägter Phaeozem, steinhaltig bis stark steinhaltig, sandiger Lehm. (Klimazone F) (46 - 48)

Bodenpunkt-zahlen

HAEUFIG GRUNDWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN

- Im Untergrund häufig vernässte Böden  
Meliorationsmassnahmen: Entwässerungsbedürftigkeit prüfen
- 80 Karbonathaltiger Braunerde-Gley, skeletthaltig, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone E 1) (58 - 60)
- 81 Neutraler Braunerde-Gley, stark kieshaltig, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone E 2) (48 - 50)
- Zeitweise bis in den Obergrund vernässte Böden  
Meliorationsmassnahmen: Entwässerungsbedürftig
- 90 Karbonathaltiger Bunt-Gley, kieshaltig, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone E 1) (52)
- 91 Neutraler Bunt-Gley, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone E 2) (44 - 46)
- 92 Neutraler Bunt-Gley, kieshaltig, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone F) (36 - 40)

DAUERND GRUNDWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN

- Meist bis in den Obergrund vernässte Böden  
Meliorationsmassnahmen: Fassen der Quellaufstösse  
Grundwasserstand zwischen 90 - 60 cm u.T.
- 100 Karbonatreicher Fahl-Gley, grundnass, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm, mässig tiefgründig. (Klimazone F) (36 - 38)
- 101 Karbonatreicher Fahl-Gley, grundnass, stark kieshaltig, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig. (Klimazone E 1) (42 - 44)
- 102 Karbonatreicher Fahl-Gley, grundnass, stark kieshaltig, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig. (Klimazone E 2) (36 - 40)
- 103 Karbonathaltiger Fahl-Gley, grundnass, kieshaltig bis stark kieshaltig, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig. (Klimazone F) (34 - 38)
- Grundwasserstand zwischen 60 - 30 cm u.T.
- 110 Karbonatreicher Fahl-Gley, stark grundnass, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig. (Klimazone E 2) (26 - 32)
- 111 Karbonatreicher Fahl-Gley, stark grundnass, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig. (Klimazone F) (24 - 26)

- Dauernd bis in den Obergrund vernässte Böden (Hangwasserstand selten unterhalb 30 cm u.T.)  
Meliorationsmassnahmen: Fassen der Quellaufstösse
- 120 Karbonatreicher Fahl-Gley, sehr stark grundnass, mit Blöckevorkommen, stark steinhaltig, sandiger Lehm, flachgründig. (Klimazone E 2) (18)
- 121 Karbonatreicher Fahl-Gley, sehr stark grundnass, stark kieshaltig, flachgründig. (Klimazone E 2) (22 - 24)
- 122 Karbonatreicher Fahl-Gley, sehr stark grundnass, stark kieshaltig, flachgründig. (Klimazone F) (16)

ORGANISCHE BOEDEN

- Dauernd bis in den Obergrund vernässte Böden (Grundwasserstand zwischen 60 - 30 cm u.T.)  
Meliorationsmassnahmen: Grundwasser bei 60 cm stabilisieren
- 130 Flachtorfiges Halbmoor, stark grundnass, skelettarm, sandige Lehmzweischichten, flachgründig. (Klimazone E 2) (26)

Komplexe: Kleinflächiger Wechsel verschiedener Bodeneinheiten

Wald

Hangneigungsstufen: Zahlen in Klammern = Bodenpunktzahlen

a	eben	0 - 5 %	(90 - 100) = Fruchtbarkeitsstufe I
b	ziemlich eben	6 - 10 %	(80 - 89) = " " " II
c	schwach geneigt	11 - 15 %	(70 - 79) = " " " III
v	schwach wellig	0 - 15 %	(70 - 79) = " " " III
d	mässig geneigt	16 - 20 %	(50 - 69) = " " " IV
e	ziemlich geneigt	21 - 25 %	(50 - 69) = " " " IV
w	wellig	0 - 25 %	(35 - 49) = " " " V
f	stark geneigt	26 - 35 %	(20 - 34) = " " " VI
g	mässig steil	36 - 45 %	(20 - 34) = " " " VI
x	hügelig	0 - 45 %	(10 - 19) = " " " VII
h	ziemlich steil	46 - 55 %	(bis 9) = " " " VIII
i	sehr steil	56 - 75 %	(bis 9) = " " " VIII
y	kupiert	0 - 75 %	
k	extrem steil	> 75 %	
z	zerklüftet	0 ->75 %	

Weitere Erläuterungen siehe Bericht

Bodenkarte / Wasserhaushalt des Bodens und Meliorationsvorschläge SENT (GR) mit Bodenpunktzahlen 1:5000	bearb.	Juli 1985	K. Peyer M. Petršek
	Feldaufn.	13. 7. 1984	M. Petršek
	gez.	8. 11. 1985	ep/eb
Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz		FAP 0289	

## Vorstellung der Profile 2020 in Sent im Engadin

### Feldaufnahmen

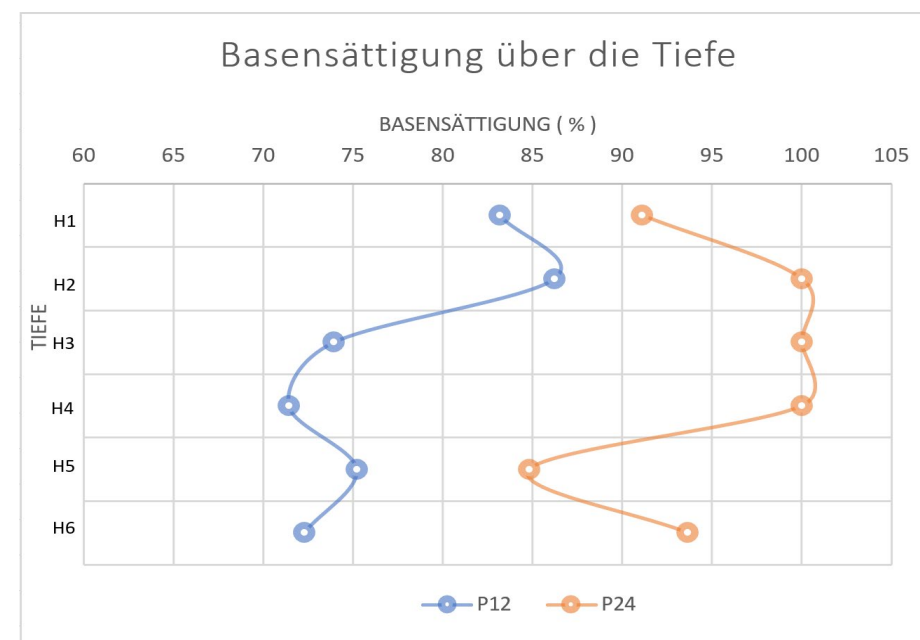
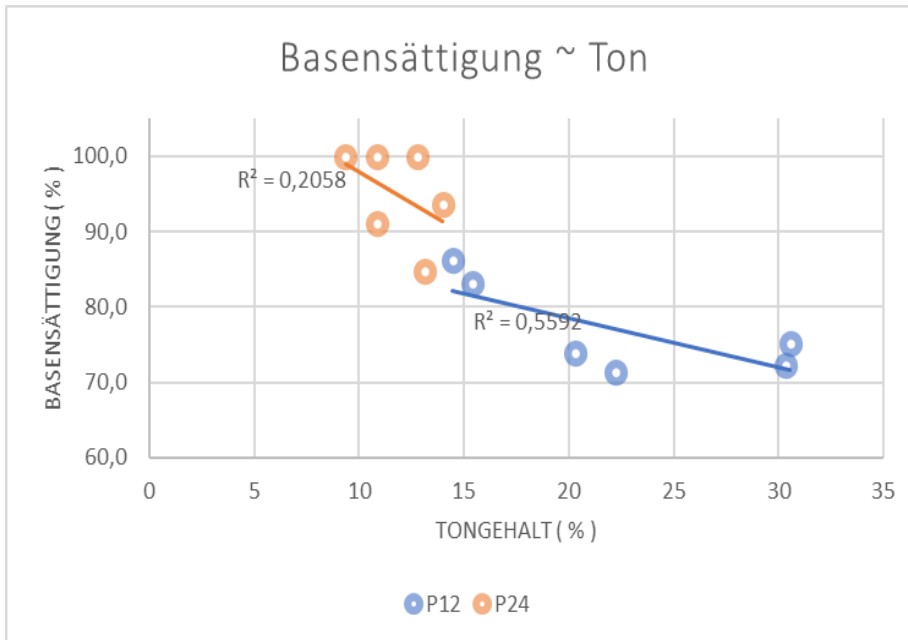
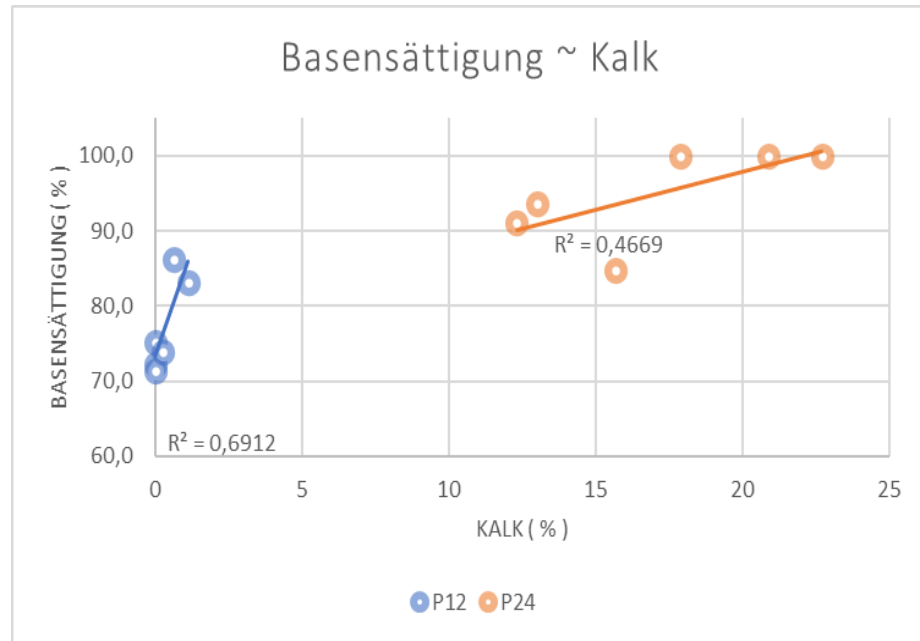
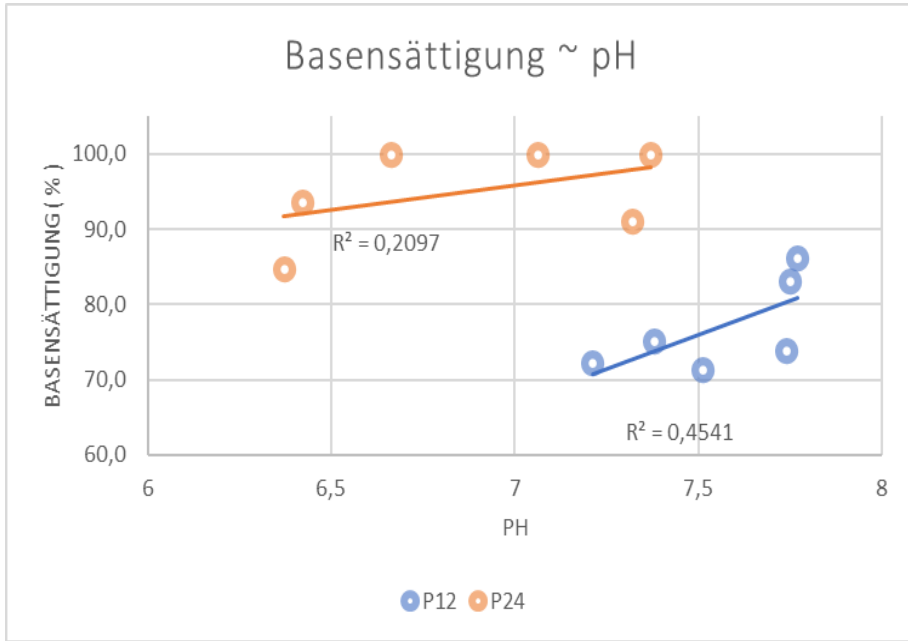
Profil n°12	Profil n°24
Localisation 2820786 1189529	Localisation 2820325 1188681
	







Horizont	Tiefe [cm]	Ton [%]	Schluff [%]	Sand [%]	Corg. [%]	Humus [%]	CaCO <sub>3</sub> [%]	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup> mmol / kg	Mg <sup>2+</sup> mmol / kg	K <sup>+</sup> mmol / kg	Na <sup>+</sup> mmol / kg	H <sup>+</sup> mmol / kg	KAKpot mmol+ / kg	S-Wert mmol+ / kg	Basensättigung [%]	Al <sup>3+</sup> mmol / kg	Fe <sup>3+</sup> mmol / kg	
12	H1	0 - 15	33,8	30,3	35,9	5,9	10,2	0,0	7,38	7,21	311,2	45,1	11,4	0,5	141,3	509,5	368,2	72,3	0	0,6
	H2	15 -26	33,1	30,1	36,8	4,5	7,7	0,0	7,49	7,38	293,2	40,2	4,2	0,5	111,4	449,4	338,0	75,2	0	0,3
	H3	26 -43	23,3	26,0	50,7	2,6	4,5	0,0	7,61	7,51	219,1	29,1	1,6	0,0	100,0	349,7	249,8	71,4	0	0,2
	H4	43 -70	21,0	25,9	53,1	1,7	3,0	0,3	7,83	7,74	195,2	18,1	1,3	0,0	75,6	290,2	214,6	74,0	0	0
	H5	70 -80	14,7	22,9	62,4	0,8	1,4	0,6	8,00	7,77	157,1	13,8	1,0	0,0	27,5	199,4	171,9	86,2	0	0
	H6	80 -105	15,7	24,2	60,1	0,9	1,5	1,1	7,89	7,75	151,1	13,3	1,0	0,0	33,5	198,8	165,3	83,2	0	0
24	H1	0 - 19	14,9	21,9	63,2	3,6	6,3	13,0	6,42	6,42	245,7	15,4	5,2	0,0	18,1	284,4	266,3	93,6	0	0,2
	H2	19 -29	13,5	22,2	64,2	1,9	3,3	15,7	6,58	6,37	180,3	7,7	2,4	0,0	34,1	224,5	190,5	84,8	0	0,2
	H3	29 -38	13,0	24,0	62,9	1,2	2,1	17,9	6,83	6,66	151,3	5,7	1,7	0,1	0,0	158,8	158,8	100,0	0	0,1
	H4	38 -95	9,4	21,1	69,5	0,5	0,8	22,7	7,11	7,06	109,6	3,9	1,3	0,0	0,0	114,8	114,8	100,0	0	0,2
	H5	95 -123	10,9	22,0	67,1	0,4	0,7	20,9	7,55	7,37	107,2	3,7	1,3	0,0	0,0	112,2	112,2	100,0	0	0,1
	H6	123 - 156	11,1	28,2	60,7	1,1	1,9	12,3	7,70	7,32	169,7	6,4	1,5	0,0	17,3	194,9	177,6	91,1	0	0,1



## Fragen an die rKLABS

1. Was sind die wichtigsten Klassifikationskriterien des Phäozems in der Schweiz?

- Ein Ah-Horizont mit spezifischen Eigenschaften («mollic A-Horizont»), mit einer gewissen Mächtigkeit?
- Basensättigung >50% im gesamten Profil oder nur im Ah,m ?

2. Wie wird der Phäozem zu anderen Bodentypen abgegrenzt?

- Ah-C-Boden (Regosol, Rendzina) ?
- Oder Ah-B-C-Boden (Braunerde, Kalkbraunerde) ?
- Oder Ah-E-I-C-Boden etc. (Parabraunerde) ?

3. Soll der Phäozem in der rKLABS als Bodentyp ausgeschieden werden, sind die Kriterien klar genug?

Soll anstelle der Ausscheidung eines Bodentyps ein Untertyp eingeführt werden (ähnlich dem Untertyp «mollic» der WRB, z.B. mit Ah,m-Horizont > 40 cm (siehe auszug rKLABS)) ?

# Kennzeichnende Kriterien der Phäozeme (und verwandter Böden) in unterschiedlichen Klassifikationen

(Dies ist eine Zusammenfassung. Für weitere Details siehe die verschiedenen Definitionen in den Klassifikationen. 😊)

	Referenz-Horizont		Kriterien für die Beschreibung des Phaeozems (Z)			Bemerkungen																								
	Horizont-symbol	Kennzeichnende Kriterien für den Horizont	Horizontfolge		Weitere kennzeichnende Kriterien für den Bodentyp																									
KLABS	<b>A (für Phaeozem )</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poröse, stabile, krümelige Struktur</li> <li>2. Mächtig (&gt; 30 cm) und humos</li> <li>3. Dunkle Farbe schwärzlich bis gräulich und tiefes Chroma</li> </ol>	Beispiel: Ah, st – Ah – AB – BCk – BC			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stark negative klimatische Wasserbilanz</li> <li>2. Mullhumos</li> <li>3. Unterboden mit aggregiertem Gefüge</li> <li>4. Ca-Ionen dominieren in der Sorptionsgarnitur</li> <li>5. Teilweise entkarbonatet und/oder kalkflaumig</li> <li>6. kann verbraunt sein</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeit mit einem Regosol, aber aus einem trockenen Klima</li> </ul>																							
WRB (2022)	<b>(Mollic horizon)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kleine Aggregate</li> <li>2. <math>\geq 0,6\%</math> organischer Kohlenstoff, bzw. <math>&gt; 1\%</math> Humusgehalt</li> <li>3. Tiefe Value (<math>\leq 3</math> oder <math>\leq 5</math>) und tiefe Chroma (<math>\leq 3</math>)</li> <li>4. Hohe Basensättigung (<math>\geq 50\%</math> im gewichteten Durchschnitt)</li> <li>5. Mächtigkeit von <math>\geq 20</math> cm oder <math>\geq 10</math> cm bei direkter Lage über festem Gestein</li> </ol>	<table border="1"> <tr> <td>Histosols 95</td> <td>Gleysols 103</td> <td>Chernozems 111</td> </tr> <tr> <td>Anthrosols 96</td> <td>Andosols 104</td> <td>Kastanozems 112</td> </tr> <tr> <td>Technosols 97</td> <td>Podzols 105</td> <td><b>Phaeozems 113</b></td> </tr> <tr> <td>Cryosols 98</td> <td>Plinthosols 106</td> <td>Umbrisols 114</td> </tr> <tr> <td>Leptosols 99</td> <td>Planosols 107</td> <td>Durisols 115</td> </tr> <tr> <td>Solonetz 100</td> <td>Stagnosols 108</td> <td>Gypsisols 116</td> </tr> <tr> <td>Vertisols 101</td> <td>Nitisols 109</td> <td>Calcisols 117</td> </tr> <tr> <td>Solonchaks 102</td> <td>Ferralsols 110</td> <td>Retisols 118</td> </tr> </table>	Histosols 95	Gleysols 103	Chernozems 111	Anthrosols 96	Andosols 104	Kastanozems 112	Technosols 97	Podzols 105	<b>Phaeozems 113</b>	Cryosols 98	Plinthosols 106	Umbrisols 114	Leptosols 99	Planosols 107	Durisols 115	Solonetz 100	Stagnosols 108	Gypsisols 116	Vertisols 101	Nitisols 109	Calcisols 117	Solonchaks 102	Ferralsols 110	Retisols 118	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basensättigen <math>\geq 50\%</math> bis 1 m Tiefe oder anstehendem Festmaterial</li> </ol>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phaeozem nach Chernozem, aber vor Umbrisol, Retisol / Alisol / Luvisol, Cambisol, Fluvisol und Regosol</li> <li>• Entsprechender Horizont mit niedriger Basensättigung: Umbric Horizont</li> </ul>
Histosols 95	Gleysols 103	Chernozems 111																												
Anthrosols 96	Andosols 104	Kastanozems 112																												
Technosols 97	Podzols 105	<b>Phaeozems 113</b>																												
Cryosols 98	Plinthosols 106	Umbrisols 114																												
Leptosols 99	Planosols 107	Durisols 115																												
Solonetz 100	Stagnosols 108	Gypsisols 116																												
Vertisols 101	Nitisols 109	Calcisols 117																												
Solonchaks 102	Ferralsols 110	Retisols 118																												

# Kennzeichnende Kriterien der Phäozeme (und verwandter Böden) in unterschiedlichen Klassifikationen

(Dies ist eine Zusammenfassung. Für weitere Details siehe die verschiedenen Definitionen in den Klassifikationen. 😊)

<p>KA6 in press</p>	<p><b>Ax</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\geq 0,6</math> Masse-% organischem Kohlenstoff</li> <li>2. Value <math>\leq 3</math> und Chroma <math>\leq 3</math></li> <li>3. Stabiles Krümel- oder stabiles feines Subpolyederggefüge in <math>\geq 50</math> % des Volumens</li> <li>4. Regenwurmgänge vorhanden</li> <li>5. Basensättigung (eff) <math>\geq 50</math> %</li> </ol>	<p>Ax/...IC...</p> <p>oder</p> <p>Acx/...IC...</p>	<p><b>Tschernosem (keine Phäozeme in der KA6)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ax bis <math>\geq 4</math> dm u. Mineralbodenoberfläche reichend</li> <li>2. In der Regel aus carbonathaltigem, feinbodenreichem Lockergestein entwickelt</li> <li>3. Für den Kalktschernosem, im gesamten Solum deutliche Anreicherung von Sekundärcarbonat in Form von Pseudomycelien</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Achtung: Ah-C-Boden (keine dominanten, weiterentwickelten Horizonte unterhalb des Ax)</li> </ul>
<p>RP (2008)</p>	<p><b>Aso</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nicht kalkhaltig</li> <li>2. Gehalte an organischem Kohlenstoff <math>&gt; 12</math> g/kg in den ersten 20 cm</li> <li>3. Chroma <math>&lt; 4</math>, Value <math>&lt; 4</math> und Chroma + Value <math>&lt; 6</math></li> <li>4. Feine polyedrische Struktur (<math>&lt; 5</math> mm), manchmal subpolyedrisch oder sogar krümelig</li> <li>5. porös, hohe biologische Aktivität</li> <li>6. Basensättigung zwischen 50 bis 80 %.</li> <li>7. pH (Wasser) zwischen 5,5 und 6,5.</li> </ol>	<p>Aso oder LAso / Sh / K oder Kc oder C</p> <p>oder</p> <p>Aso oder LAso / BTh / K oder Kc oder C</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aso zwischen 30 bis 50 cm mächtig</li> <li>2. C/N Verhältnis im Aso zwischen 8 und 10</li> </ol> <p><u>Darunterliegende Horizonte</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Darunterliegende S- oder BT-Horizonte mit hoher Basensättigung <math>&gt; 80</math> %</li> <li>4. Ca-Ionen dominieren in der Sorptionsgarnitur</li> <li>5. Tonverlagerung in BTh</li> <li>6. Unter den Horizonten Sh, BTh oder BT können Horizonte mit Ansammlungen von sekundären Karbonaten in Form von Pseudomyzelien auftreten (K, Kc)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln sich aus sehr unterschiedlichen Gesteinen, hauptsächlich jedoch aus Lockergestein (Mergel, Löss, Schwemmland, etc.).</li> <li>• Bilden sich in Gebieten mit saisonal kontrastierendem Klima: regenreiche, kühle oder kalte Winter und heisse, trockene Sommer.</li> </ul>

## Beiträge Samstag, 2. September

### Projekt Hochwasserschutz Samedan 2002 – 2006

Reto Rupf

### Bodenmonitoring im Hochwasserschutzprojekt Samedan

Beatrice Kulli Honauer

### Baustellenführung – Am Puls des Geschehens

Bahnmuseum Albula AG

Benedikt Flückiger



# Information



## Projekt Hochwasserschutz Samedan 2002 bis 2006

### Fakten

Neues Flazgerinne	Mai 2002 bis Sommer 2004
Vollendung Flazverlegung	Spätherbst 2003
Rekultivierung Flaz	Sommer 2004
Renaturierung Inn/Cristansains	Sommer 2004/2005
Fertigstellungsarbeiten	Sommer 2005/2006
Gesamtbauzeit	4.5 Jahre

Aushub	300 000 m <sup>3</sup>
Schüttungen	245 000 m <sup>3</sup>
Blocksatz für Uferschutz	75 000 t
Länge Neubau	4 050 m
Länge zurückgebaute Dämme	1 700 m
Länge aufgewerteter Inn	3 250 m
Anzahl neue Brücken	6
Bleibende Rodungsfläche	11 255 m <sup>2</sup>
Temporäre Rodungsfläche	3 985 m <sup>2</sup>
Beanspruchte Landfläche	17 ha

Gesamtkosten	CHF 28 400 000.–
Bund und Kanton	75%
Gemeinde und Weitere	25%

### Kontakt

Gemeindeverwaltung  
CH-7503 Samedan  
Telefon 081 851 07 07  
Fax 081 851 07 08  
gem@samedan.gr.ch  
[www.samedan.ch/flaz](http://www.samedan.ch/flaz)

Academia Engiadina Samedan  
Konzeption und Gestaltung: Agentur Aufwänd Samedan  
Druck: Engadin Press Samedan

## Projekt Hochwasserschutz Samedan 2002 bis 2006

# Für Mensch und Umwelt.

Samedan baut an seiner Zukunft. Mit der Umsetzung des neuen Hochwasserschutzprojekts wird der pulsierende Hauptort des Oberengadins gleich drei Ziele erreichen: «Sicherheit, Lebensqualität und Natur».

Bis 1870 mäandrierte (schlängelte sich) der Flaz durch die weite, offene Ebene von Samedan, die durch Gesteinsmaterial gebildet wurde, das Gletscher zurückgelassen und Flüsse abgelagert hatten. Trotz ersten Dammbauten suchten immer wieder Überschwemmungen das Dorf heim und verursachten grosse Schäden. Die Fünfzigerjahre des letzten Jahrhunderts gingen mit deren fünf (1951, 54, 55, 56 und 57) als «Hochwasser-Jahrzehnt» in die Samedaner Geschichte ein. Durch die 1956 bis 1958 errichteten Dämme konnte Samedan nun während vieler Jahre vor weiteren Überflutungen bewahrt werden. Die damals nach bestem Wissen dimensionierten Gerinne von Flaz und Inn haben sich aber mittlerweile als zu klein erwiesen. Dafür mitverantwortlich sind auch Klimaveränderungen (Rückzug

der Gletscher und Ansteigen der Schneefallgrenze). Die zu erwartenden Wassermengen bei einem ausserordentlichem («100-jährlichen») Hochwasser sind so gross geworden, dass sie nicht mehr vollständig abgeführt werden können und die Siedlungsgebiete von Samedan erneut gefährden.

Zum Projekt «Hochwasserschutz Samedan» schreibt der Fonds Landschaft Schweiz (FLS) (Zitat April 2002): «Das konzeptionell sehr überzeugende Landschaftsrückführungs-Projekt beinhaltet neben dem natürlich verbesserten Hochwasserschutz eine ökologisch erhebliche Aufwertung und eine landschaftlich spektakuläre, jedoch unerwartet naturnahe Umgestaltung.»





# Für Sicherheit, Lebensqualität und Natur.



**Stark gefährdetes Gebiet**  
**Übriges Überschwemmungsgebiet**

## Warum?

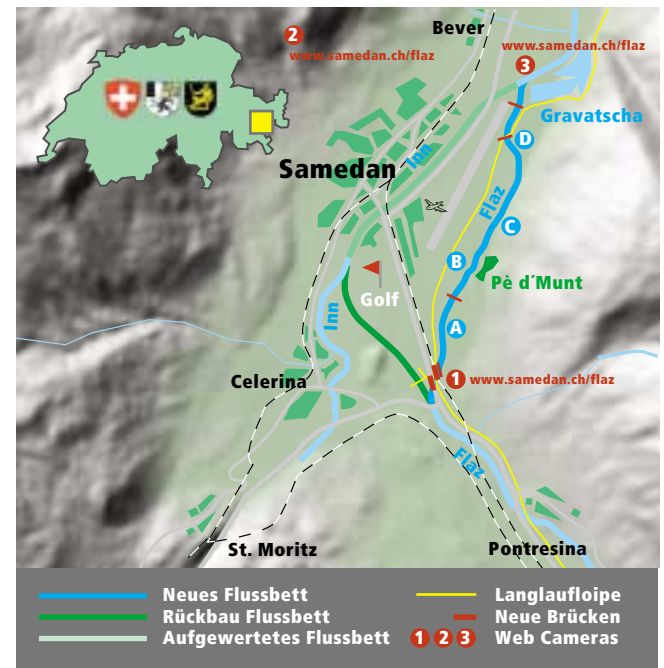
Beim schadlosen Hochwasser von 1987 kamen zum ersten Mal seit dem Dammbau von 1956 bis 1958 Befürchtungen auf, dass ein ausserordentliches Hochwasser die Kapazität des Gerinnes übersteigen könnte. Untersuchungen der ETH-Zürich zeigten anschliessend, dass ein Gefährdungspotential

besteht. Deshalb schied die Bündner Regierung für weite Teile des Siedlungsgebietes gefährdete Bereiche aus und setzte der Gemeinde eine Frist bis Ende 2005, diese Gefahren zu beheben. In einem Machbarkeitsstudium wurden daraufhin alle erdenklichen Schutzmassnahmen wie zum Beispiel Staumauern im Val Roseg und in Morteratsch, der Rückstau der Oberengadiner Seen oder der Bau von Rückhaltebecken geprüft. Letztlich erwiesen sich schliesslich zwei Varianten als grundsätzlich machbar: 1. der Ausbau der bestehenden Gerinne mit zusätzlicher Hochwasserentlastung in die Flugplatzebene und 2. die Flazverlegung. Mit grossem Mehr entschieden sich die Stimmberechtigten von Samedan für die ökologisch optimalste Verlegung des Flaz mit Renaturierung des Inn.

## Das Projekt im Überblick

Durch die Verlegung des Flazes wird die Hochwassergefahr für die Siedlungsgebiete beseitigt. Bei der Umsetzung des Projektes kommen sowohl umfassende ökologische Kenntnisse als auch moderne, computergestützte Rechenmodelle zur

Anwendung. Dies bietet die einmalige Chance für einen naturnahen und gleichzeitig technisch hoch stehenden Flussbau. Im oberen Abschnitt, in Punt Muragl, führen neue Brücken über den Flaz. Die Marathonloipe wird dank 6m breiten Brücken kaum beeinträchtigt; sie ist in Zukunft über eine neu geschaffene Verbindung zur Golfplatzloipe wesentlich besser zugänglich. Spaziergänger und Wanderer werden die neue Flusslandschaft auf einem neuen Wegnetz erreichen können. Im oberen Teil fliesst der Flaz ohne Dämme in einem Geländeeinschnitt. Im mittleren naturnahen Abschnitt mit variabler Flussbreite entstehen Auen. Der Flaz wird



1875



**Samedan um 1875:  
Der Flaz und der Inn  
wurden erstmals  
kanalisiert.**

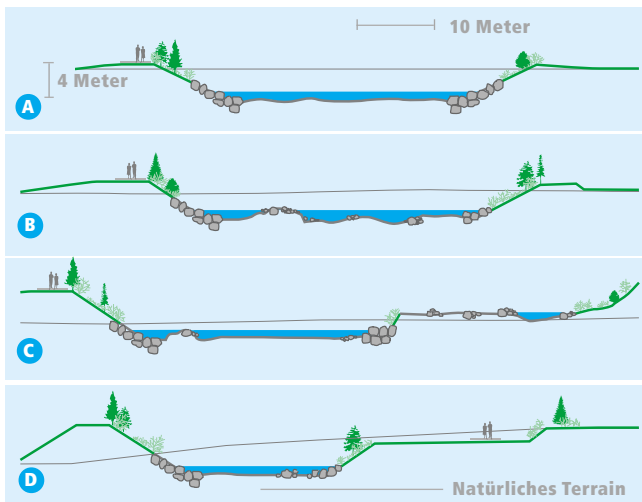
1927



1954



**Bis 1957 wurde Samedan  
immer wieder von  
Überschwemmungen  
heimgesucht**



**Profiltypen A bis D**

gegen die Ebene durch einen flachen Längsdamm abgegrenzt. Vor dem Zusammenfluss mit dem Inn in Gravatscha wird eine Rinne für Nieder- und eine für Mittelwasser gebaut und mit flachen bewirtschaftbaren Längsdämmen begrenzt.

### Für Fauna und Flora

Beim Bau des neuen Flazbettes sorgt die ökologische Baubegleitung für einen sorgfältigen Umgang mit Fauna und Flora. Wertvolle Lebensräume werden erhalten und neue entstehen. So bleibt Pè d’Munt, ein Hochmoor von nationaler Bedeutung, unangetastet. Das alte, hart verbaute Flazgerinne zwischen Punt Muragl und dem Zusammenfluss mit dem Inn wird abgebrochen und mit Wald und Weide renaturiert. Auch für den Inn, der ebenfalls hart verbaut ist, werden unterhalb des heutigen Zusammenflusses ökologische Verbesserungen ausgeführt: Weil hier nach der Flazverlegung mehr Raum für die Wassermenge des Inn zur Verfügung steht, können dessen Dämme redimensioniert werden, und sein Gerinne lässt sich naturnaher gestalten.

### Landwirtschaft

Die Flazverlegung beansprucht 17 ha Land. Dank der verständnisvollen Haltung der Landwirte konnte das benötigte Land durch Aufwertung von Weide zu Wiesland beschafft und abgetauscht werden. Gleichzeitig wurden die Betriebe arrondiert, was deren Bewirtschaftung erleichtert.

### Beteiligte

Die Zusammenarbeit zwischen Bund (Bundesamt für Wasser und Geologie), Regierung und Amtstellen des Kanton Graubünden (insbesondere Abteilung Wasserbau des Tiefbauamtes) und Nachbargemeinden trägt wesentlich zum Gelingen des bedeutenden Vorhabens bei. Die wesentlichen Umweltbelange wurden schon zu Beginn des Projektes in der ökologischen Begleitkommission, bestehend aus Vertretern der Umweltorganisationen, örtlichen Vereinen (Fischerei, Vogelschutz), betroffenen kantonalen Amtsstellen (Umwelt, Raumplanung, Natur und Landschaft, Wald) und Gemeindevertretern, diskutiert. Dadurch konnte diese Kommission ihre Lösungsvorschläge bereits während der frühen Planungsphasen einbringen.

Die Gemeinde Samedan dankt allen Beteiligten für die gute Zusammenarbeit und den Stimmberechtigten für ihre Unterstützung. Sie wird sich innerhalb der Projektorganisation um die erfolgreiche Realisierung der Flazverlegung bemühen.

*samedan*



1958



Die 1956 bis 1958 erstellten Dämme verhinderten bis heute weitere Überschwemmungen.

1987



Beim Hochwasser 1987 stellte sich zum ersten Mal die Frage ob der Hochwasserschutz in Samedan genügend ist.

# Bodenmonitoring im Hochwasserschutzprojekt Samedan (Verlegung des Flaz)

Fachbereich Bodenökologie, ZHAW, 2006-2010



Im Rahmen der Verlegung des Flaz wurden rund 245'000 m<sup>3</sup> Bodenaushub auf einer Fläche von rund 100 ha für Auffüllungen und Rekultivierungen verwendet. In den letzten 5 Jahren wurde die Entwicklung der während dieser Bautätigkeiten des Hochwasserschutz-Projekts neu gebildeten und aufgeschütteten Böden und ihrer Struktur insbesondere mittels bodenphysikalischer Parameter dokumentiert. Besondere Beachtung wurde dabei den Standorten mit möglicherweise nicht optimaler Rekultivierung und Nachfolgebewirtschaftung geschenkt. Es stellt sich die Frage, ob an solchen Standorten die landwirtschaftliche Bewirtschaftung und die langfristige Bodenfruchtbarkeit eingeschränkt sind. Das Monitoring diente einerseits der Erfolgskontrolle der durchgeführten Bodenschutzmassnahmen, andererseits sollte es helfen, mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen und adäquate Gegenmassnahmen zu treffen. Auf den neu gebildeten Rohböden entlang des Flaz wurde die Vegetationsentwicklung dokumentiert.

Die Anzahl der vorkommenden Vegetationsarten hat bei allen drei untersuchten Standorten auf Rohböden seit 2006 von rund fünf auf bis zu 30 Arten zugenommen. Das Maximum der Artenzahl wurde bereits 2008 erreicht, seither ist die Anzahl stabil geblieben oder hat sogar leicht abgenommen. Die Gesamtdeckung nahm während der Untersuchungsdauer von 5% bis zu 70% zu. Der Anteil der Lärchen (*Larix decidua*) und der *Salix*-Arten ist dabei relativ hoch. Neophyten wurden zwar in den ausgewählten Untersuchungsflächen nicht beobachtet; eine weitere Ausbreitung gebietsfremder Arten wie *Lupinus polyphyllus* sollte allerdings weiter kritisch beobachtet werden.

Die durchgeführten Auffüllungen und Rekultivierungen hinterlassen zum Teil auch mehr als 5 Jahre nach Abschluss der Bautätigkeiten deutliche Spuren. Insbesondere bei unsachgemäss ausgeführtem Bodenaufbau bestätigen die erhobenen Daten Probleme bezüglich langfristiger Bodenfruchtbarkeit. Nach einer groben Schätzung sind rund 2 ha Boden im Gebiet der Verlegung des Flaz mit Einschränkungen der Bodenfruchtbarkeit behaftet. Bei einem der 16 untersuchten Standorte wurden ein ungenügender Bodenaufbau und der Einsatz von Baustellenrückständen festgestellt. Die Auswertung des Eindringwiderstandes deutet auf mit der Zeit zunehmende Verdichtungen insbesondere bei rekultivierten und aufgefüllten Standorten hin. Das Bodenmaterial wird bei den Bauarbeiten meist relativ locker eingebracht und verdichtet sich mit zunehmender Dauer stärker als bei natürlich gewachsenen Böden. Die anfangs der Monitoring Periode festgestellten Mängel bei Gefügequalität bei einigen Rekultivierungs- und Auffüllungsstandorten wurden durch natürliche Regeneration ausgeglichen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich ein sorgfältiger Umgang mit Boden bei Bautätigkeiten auszahlt. Unsachgemässer Bodenaufbau und das Einbringen von Fremdstoffen können die Bodenfruchtbarkeit dauerhaft negativ beeinflussen und die landwirtschaftliche Produktivität einschränken. Es ist kein Zufall, dass die bezüglich der Bodenfruchtbarkeit problematischen Standorte in dieser Untersuchung ohne bodenkundliche Baubegleitung rekultiviert wurden. Für ähnliche Bauprojekte empfiehlt sich dringend der Zuzug einer bodenkundlichen Baubegleitung für sämtlichen Auffüllungs- und Rekultivierungsflächen.

## Baustellenführung – Am Puls des Geschehens

Am Albula wird für Sie gebaut. Denn der Albulatunnel, der seit über 110 Jahren das Engadin erschliesst, hat langsam sein Lebensende erreicht, weshalb sich eine Sanierung oder ein Neubau aufdrängte. Nach eingehender Prüfung der Variante «Instandsetzung» einerseits und «Neubau» andererseits, entschied sich die RhB im Jahr 2010 für den Bau eines neuen Meterspurtunnels und der Umnutzung des bestehenden Tunnels zu einem Sicherheitstunnel. Ausschlaggebend waren der relativ geringe Kostenunterschied, kaum fahrplanrelevante Einschränkungen und das wesentlich höhere Sicherheitsniveau.

