

Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein

Falldossier zur Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen 2020/2021

Manuel Bigler, David Elsener,
Virginia Hart, Tobia Lezuo (Hrsg.)



Abkürzungen

ALG	Amt für Landwirtschaft und Geoinformation, Kanton Graubünden
ANU	Amt für Natur und Umwelt, Kanton Graubünden
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ARE (GR)	Amt für Raumentwicklung, Kanton Graubünden
AWN	Amt für Wald und Naturgefahren, Kanton Graubünden
AWT	Amt für Wirtschaft und Tourismus, Kanton Graubünden
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBV	Bündner Bauernverband
BD	Teilanalyse Biodiversität und ökologische Infrastruktur
BFF	Biodiversitätsförderflächen
BFS	Bundesamt für Statistik
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BUWAL	ehem. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, heute Teil des BAFU
BV	Bundesverfassung
DZV	Direktzahlungsverordnung
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GVG	Gebäudeversicherung Graubünden
HEV (GR)	Hauseigentümerverband Graubünden
IRM	Integrales Risikomanagement
IUCN	International Union for Conservation of Nature
KRG	Kantonales Raumplanungsgesetz für den Kantons Graubünden
KRIP	Kantonale Richtplanung des Kantons Graubünden
KRVO	Raumplanungsverordnung für den Kanton Graubünden
KwS	Teilanalyse Klimawandel und Schnee
LwG	Landwirtschaftsgesetz
NCCS	National Centre for Climate Services
NL	Teilanalyse Naturgefahren Lawinen
NGO	Non-governmental organization
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz
NHV	Natur- und Heimatschutzverordnung
OcCC	organe consultatif sur les changements climatiques
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
RCP	Representative Concentration Pathway (Referenzszenario)
RPG	Raumplanungsgesetz
RPV	Raumplanungsverordnung
RW	Teilanalyse Ressource Wasser
SBV	Schweizer Bauernverband
SK	Teilanalyse Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft
SLF	Schnee- und Lawinenforschung
SRF	Schweizer Radio und Fernsehen
TG	Tourismusgesetz
TL	Teilanalyse Tourismus und Landwirtschaft
TwwV	Trockenwiesenverordnung
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USG	Umweltschutzgesetz
WaG	Waldgesetz
WaV	Waldverordnung
WSL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

Inhalt

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	2
Vorwort	3
Beteiligte in der Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen I	3
1 Einleitung	4
2 Vorgehensweise	5
3 Klimawandel und Schnee	6
4 Naturgefahren Lawinen	14
5 Biodiversität und ökologische Infrastruktur	22
6 Ressource Wasser	30
7 Tourismus und Landwirtschaft	37
8 Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft	43
9 Rechtliche Grundlagen	49
10 Stakeholder und Stakeholderinnen	53
11 Referenzen	56
Anhang	65

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1.1	Räumliche Systemgrenze, die Gemeinde Luzein	4
Abbildung 3.1	Temperaturprognosen für Davos	8
Abbildung 3.2	Jahresniederschlagsprognosen für Davos	8
Abbildung 3.3	Prognose für die Häufigkeit von Regentagen der Ostalpenregion	8
Abbildung 3.4	Prognose für die Intensität von Regentagen der Ostalpenregion	8
Abbildung 3.5	Neuschneeprognosen der Alpen	8
Abbildung 3.6	Modellierung Schneegrenze in Luzein bis 2085	9
Abbildung 3.7	zukünftige Schneegrenze in Luzein mit RCP 8.5	9
Abbildung 3.8	100 Tage Regel für Küblis 1960-2020	9
Abbildung 3.9	Gefahrenkarte für Rutschungen in Luzein	10
Abbildung 4.1	Todesfälle aufgrund von Lawinenereignissen in St. Antönien	15
Abbildung 4.2	Chüenihorn 1950 und 2020	15
Abbildung 4.3	Integrales Risikomanagement	16
Abbildung 4.4	Ausschnitt der Gefahrenkarte für St. Antönien	16
Abbildung 4.5	Objektschutzmassnahmen in St. Antönien	17
Abbildung 4.6	Kolktafeln in St. Antönien	18
Abbildung 4.7	Lawinenanbruch-Verbauungen aus Beton und Stahl	18
Abbildung 4.8	Schutzwald in St. Antönien	18
Abbildung 5.1	Biotop- und Landschaftsinventar der Gemeinde Luzein	23
Abbildung 5.2	Die neun Gefährdungskategorien der IUCN	26
Abbildung 6.1	Zustand der grösseren Fliessgewässer in Luzein	30
Abbildung 6.2	Die Bergseen Luzeins	31
Abbildung 6.3	Klimadiagramm der Gemeinde Landquart	31
Abbildung 6.4	Quellen und Quellschutzzonen	32
Abbildung 6.5	Übersichtsplan der Trinkwasserversorgung in Luzein	32
Abbildung 6.6	Wasserbilanz Luzein	33
Abbildung 7.1	Auswirkungen des Klimawandels in Luzein	39
Abbildung 7.2	Leitbild der Gemeinde Luzein	40
Abbildung 8.1	Dreistufige Alplandwirtschaft	43
Abbildung 8.2	Übersicht der Kulturlandschaft Luzeins	44
Abbildung 8.3	Landnutzung in Luzein im Vergleich	45

Tabellen

Tabelle 3.1	Übersicht der Referenzszenarien (RCPs)	7
Tabelle 5.1	Vergleich der Fettwiesen/-weiden mit den Trockenwiesen/-weiden	24
Tabelle 5.2	Vergleich der Hochmoore und Flachmoore	25
Tabelle 5.3	Beispiele für Chancen und Risiken anhand der Erwärmung und Schneedecke	27
Tabelle 9.1	Übersicht zu den eidgenössischen Gesetzen	50
Tabelle 9.2	Übersicht zu den kantonalen Gesetzen	51
Tabelle 9.3	Übersicht zu den kommunalen Gesetzen	52
Tabelle 10.1	Übersicht der Stakeholder und Stakeholderinnen	53

Vorwort

Die Vorlesung «Umweltproblemlösen» begann im Herbstsemester 2020 mit einer Fallstudie zum Thema «Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein». Im Rahmen dieses Überthemas wurden die Erstsemestrigen des Studiengangs Umweltnaturwissenschaften an der ETH Zürich je einer von sechs Teilanalysen zugeteilt. Zum Thema ihrer Teilanalyse haben die Studierenden in Projektgruppen von fünf bis sieben Personen recherchiert und ihre Erkenntnisse in einem Bericht zusammengetragen. Das vorliegende Falldossier ist eine Zusammenfassung des gesammelten Fachwissens aus den Berichten zur Fallstudie und soll den Studierenden insbesondere als Grundlage für die Prüfung der Lehrveranstaltung dienen.

Das Falldossier wurde von Manuel Bigler, David Elsener, Virginia Hart und Tobia Lezuo auf Grundlage der Arbeiten der Studierenden zusammengestellt. Die Autoren und Autorinnen der Teilanalysen sind im Anhang aufgelistet. Soweit möglich werden im Dossier die Originalquellen angegeben, alle restlichen Aussagen sind in den Teilanalyse-Berichten wiederzufinden.

Wir wünschen euch viel Spass beim Lesen und eine erfolgreiche Prüfungsvorbereitung!

Beteiligte in der Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen I

Dozierende

Christian Pohl, Marlene Mader, BinBin Pearce, Leonhard Späth

Tutorierende

Fabian Bättig, Manuel Bigler, Fabian Duss, David Elsener, Virginia Hart, Livia Hess, Ben Kriesel, Rachel Kunstmann, Tobia Lezuo, Marine Riesterer, Meri Paula, Gina Saccavino, Judith Scherrer, Yuri Schmid

Mitglieder der UPL Begleitgruppe

ETH extern

Christian Kasper (Gemeinde Luzein), Reto Hefti (ehem. Amt für Wald und Naturgefahren GR), Josef Hartmann (ehem. Amt für Natur und Umwelt GR), Silvia Tobias (Zentrum Landschaft WSL), Ernst Flütsch (Prättigau Tourismus, Berghäuser Alpenrösli und Sulzfluh), Georg Fromm (Region Prättigau/Davos)

ETH intern

Dozierenden-Team, Vertreter und Vertreterin der Tutorierenden (Gina Saccavino, Tobia Lezuo), Vertreter und Vertreterin der Studierenden (Tanya Schnyder, Yannick Walo)

Expertinnen und Experten der Teilanalysen

Reto Hefti (ehem. Amt für Wald und Naturgefahren GR): *Teilanalysen Klimawandel und Schnee, Naturgefahren Lawinen*

Josef Hartmann (ehem. Amt für Natur und Umwelt GR): *Teilanalyse Biodiversität und ökologische Infrastruktur*

Sabine Hoffmann (Transdisziplinäre Forschung eawag): *Teilanalyse Ressource Wasser*

Silvia Tobias (Zentrum Landschaft WSL): *Teilanalyse Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft*

Ernst Flütsch (Prättigau Tourismus, Berghäuser Alpenrösli und Sulzfluh): *Teilanalyse Landwirtschaft und Tourismus*

Weitere Beteiligte an der ETH Zürich

Urs Brändle, Raymond Grenacher, Miklos Frank, Andreas Müller, Carmenza Robledo Abad Althaus

1 Einleitung

Die Gemeinde Luzein liegt im Prättigau im Kanton Graubünden. Im Osten bildet der Gebirgszug des Rätikons mit der Madrisa (2826 m ü. M.) die Grenze zu Österreich (siehe Abbildung 1.1). Die Landquart und der Schanielabach sind die zwei wichtigsten Fließgewässer in der Gemeinde. Auf einer Gemeindefläche von 8385 ha wohnen in Luzein 1609 Einwohner und Einwohnerinnen. 3947 ha werden für Land- und Alpwirtschaft genutzt, wo etwa ein Drittel der Luzeiner und Luzeinerinnen tätig sind. 44% der Einwohner und Einwohnerinnen sind im Dienstleistungssektor tätig, davon viele in einer wachsenden Tourismusbranche. Die Gemeinde Luzein ist charakterisiert durch ein zerstreutes Siedlungsgebiet und den traditionellen Walsersiedlungen in St. Antönien. 2016 fusionierte die Gemeinde Luzein mit St. Antönien, welches besonders von Lawinen gefährdet ist und in den Achtzigern auch wegen der schweizweit grössten Lawinerverbauung am Chüenihorn bekannt wurde (vgl. Gemeinde Luzein, 2020d, 2020a).

Die Gemeinde Luzein steht heutzutage vor verschiedenen Herausforderungen: Der Tourismussektor erlebte in den letzten Jahrzehnten einen Aufschwung, gerät jedoch zunehmend in Konflikt mit bestehenden Interessen, etwa aus der Landwirtschaft. In den letzten Jahrzehnten lag die Abwanderungsrate in der Gemeinde Luzein bei etwa 4% (BFS, 2016). Sowohl Lawinenschutz als auch die Zersiedelung und der Schutz historischer Gebäude schränken Grund- und Hausbesitzer und -besitzerinnen ein und erschweren die Weiterentwicklung der Gemeinde. Hinzu kommen die vielseitigen Auswirkungen des Klimawandels auf den lokalen Wasserkreislauf und die sensiblen alpinen Ökosysteme. Es stellt sich somit die Frage, wie ein nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein in Anbetracht des Klimawandels aussehen kann. Die Studierenden haben sich dieser Frage anhand von sechs Teilanalysen genähert, welche von der Begleitgruppe der Lehrveranstaltung in Zusammenarbeit mit den Teilanalyse-Experten



Abbildung 1.1
Räumliche Systemgrenze, die Gemeinde Luzein (Arnet u. a., 2020 basierend auf Swisstopo, 2020).

und Expertinnen entwickelt wurden. Diese umfassen die Themen Klimawandel und Schnee, Naturgefahr Lawinen, Biodiversität und ökologische Infrastruktur, Landwirtschaft und Tourismus, Ressource Wasser sowie die Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft. Nach Ausführungen zum methodischen Vorgehen werden die spezifischen Fragestellungen und Ergebnisse der einzelnen Teilanalysen dargestellt, diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen. Die jeweils betroffenen Stakeholder und Stakeholderinnen werden in den Kapiteln zu den Teilanalysen erwähnt und am Ende des Berichts zusammenfassend dargestellt. Da sich Teile der rechtlichen Grundlagen der Teilanalysen überschneiden, wurden die gesetzlichen Bestimmungen in einem separaten Kapitel zusammengefasst.

2 Vorgehensweise

Die Recherche der Teilanalysegruppen stützte sich hauptsächlich auf Online-Suchmaschinen für wissenschaftliche Artikel (z.B. ETH Bibliothek, NEBIS, Web of Science, Google Scholar) und der in der Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellten Ausgangsliteratur. Die Schneeballmethode und systematische Suche wurden angewendet (vgl. Krämer, 1995). Eine weitere wichtige Informationsquelle waren lokale Experten und Expertinnen, welche bei Einleitungsvorträgen, Fragestunden und der virtuellen Exkursion im November 2020 von den Studierenden befragt werden konnten. Jede Teilanalysegruppe führte basierend auf dem Konzept von Ackermann & Eden (2011) eine Stakeholderanalyse durch, um die relevanten Interessensgruppen zu identifizieren.

Als zentrale Herausforderung gilt der Umgang mit widersprüchlichen Aussagen von Stakeholdern und Stakeholderinnen und der Literatur. Ebenso liess sich selten für die Gemeinde Luzein spezi-

fische Literatur finden, sodass regionale und nationale Quellen, wie Berichte kantonaler Ämter und des Bundes, Zeitungen, Websites, Medienmitteilungen und Entwicklungspläne, als Referenz verwendet wurden.

Acht Studierende aus der Teilanalyse Klimawandel und Schnee modellierten für das Fallgebiet eine kurz-, mittel- und langfristige Vorhersage der Temperaturentwicklung im Vergleich zur Referenzperiode 1981-2010. Diese wurde für die Klimaszenarien RCP 2.6 und RCP 8.5 in Zusammenarbeit mit Reto Hefti (ehemaliger Leiter Amt für Wald und Naturgefahren GR) berechnet. Basierend auf Messdaten der Meteo Swiss in Davos wurde die dazugehörige Änderung der Schneefallgrenze in Luzein ermittelt. Dabei wurde angenommen, dass die Schneefallgrenze 100 m tiefer als die Nullgradgrenze liegt.

3 Klimawandel und Schnee

3.1 Einleitung

Der Klimawandel wirkt auf Mensch und Umwelt. Dessen Auswirkungen stellt die Schweiz vor regional differenzierte Herausforderungen, welche einen spezifischen Umgang fordern (Meteo Schweiz, 2018). Die Basis für die Anpassungsstrategie der Schweiz an den Klimawandel bilden die Klimaszenarien CH2018 (NCCS, 2018b). Darin enthaltene Ergebnisse können dann auf die Gemeinde Luzein übertragen werden. Dies ist relevant, da sich das Relief der Gemeinde Luzein von 680 m.ü.M. bis zu 2826 m.ü.M. erstreckt und sich alleine durch den Höhenunterschied unterschiedliche Herausforderungen innerhalb der Gemeinde ergeben können (Gemeinde Luzein, 2020c).

Mithilfe der Klimaszenarien CH2018 soll die Frage *nach der Bedeutung des Klimawandels für die Gemeinde Luzein und deren Herausforderungen* beantwortet werden. Zunächst werden die Ausgangslage und die Zukunftsprognosen der nächsten 50 Jahre vorgestellt. Danach liegt der Fokus auf der durch den Klimawandel hervorgerufenen Verschiebung der Schneegrenze. Des Weiteren werden im Zusammenhang stehende Herausforderungen wie Trockenheit, Murgänge und der saisonale Tourismus im Bezug zur Gemeinde Luzein besprochen. Zuletzt werden die Klimastrategien des Kantons Graubünden aufgeführt. In der Diskussion werden die Resultate besprochen und in der Schlussfolgerung zusammengefasst.

3.2 Resultate

3.2.1 Klimawandel und Klimaszenarien CH2018

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gemeinde Luzein zu verstehen, muss die heutige Ausgangslage bekannt sein. Denn die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits jetzt spürbar und ihr Wirken ist in ökonomischen Sektoren wie dem Tourismus, der Landwirtschaft aber auch Infrastrukturen wie Wasserversorgungssystemen in der gesamten Schweiz sichtbar. Messungen der letzten 150 Jahre zeigen einen Anstieg der Bodentemperatur um ca. 2.0 °C. Auch in der Form und Verteilung des Niederschlags sind Unterschiede erkennbar, welche aber nicht ausschliesslich auf den Klimawandel zurückzuführen sind, sondern auch einer natürlichen Variabilität zugeschrieben werden können. Dazu gehört der Anstieg des Winterniederschlags um 20-30%. Deutlich dem Klimawandel zuzuschreiben ist jedoch die zunehmende Intensität (+12%) und Häufigkeit (+30%) des Niederschlags seit Anfang des 20. Jahrhunderts. Für die Gemeinde Luzein besonders relevant sind Auswirkungen wie der allgemeine Anstieg der

Nullgradgrenze im Winter um 300-400 m und der seit den 1970er Jahren beobachtete Rückgang der Anzahl Schneetage. Die Anzahl Schneetage auf 2000 m hat um 20% und unterhalb 800 m um 50% abgenommen. Daraus folgt auch eine Zunahme der Vegetationszeit um zwei bis vier Wochen (NCCS, 2018a).

Im Auftrag des Bundes wurde der Klimabericht 2018 (NCCS, 2018a) erstellt. Darin enthalten sind aktuelle Klimadaten und prognostizierte zukünftige Szenarien bis 2035, 2060 und 2085. Sie dienen zur Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz und liefern eine wichtige Grundlage für Entscheidungen zu Anpassungs- und Minderungsstrategien (vgl. NCCS, 2018a). Im Bericht werden die Auswirkungen des Klimawandels als drei Representative Concentration Pathways (RCPs) dargestellt. Die Szenarien RCP 2.6, 4.5 und 8.5 unterscheiden sich hinsichtlich ihres Masses der angestrebten Emissionsminderung und haben dadurch variierende Charakteristika und Entwicklungspfade. In der Tabelle 3.1 werden die Referenzszenarien (RCPs) erklärt.

Klimadiagramme der nächsten 50 Jahre

Um Aussagen über die lokalen Auswirkungen auf die Gemeinde Luzein zu machen, werden im Folgenden die RCPs der Ostalpen und Davos bis 2085 als Referenzwerte für Zukunftsprognosen betrachtet. Vereinfachend sind bei den Temperatur- und Niederschlagsprognosen nur die RCPs bis 2085 aufgeführt.

Wie in Abbildung 3.1 zu sehen ist, zeigen alle RCPs einen Anstieg der Temperatur, welcher vor allem in den Monaten Mai bis Oktober am stärksten von der Normalperiode abweicht. Die Klimadaten des RCP 8.5 übersteigen mit einer Erwärmung von bis zu 6 °C sogar die in der Tabelle 3.1 aufgeführte Erwärmung von 4-5 °C. Trifft der Anstieg der Temperatur auf eine niederschlagsarme Periode, welche Wochen bis Monate dauert, ist die Folge Trockenheit (Köllner et al., 2017).

Die Niederschlagswerte in Abbildung 3.2 hingegen sind weniger deutlich. Zu erkennen ist jedoch ein Trend der abnehmenden Niederschlagsmenge im Sommer.

Die Häufigkeit und Intensität der Regentage werden mit den Daten der Ostalpen dargestellt. Dabei sind für alle RCP-Szenarien sämtliche Zeitperioden aufgeführt. In Abbildung 3.3 ist zu sehen, dass sämtliche Prognosen von der Normalperiode abweichen. Die Abweichung der Mittelwerte innerhalb der Saison des RCP 2.6 bleiben bis 2085 gering. Vergleicht man sie mit dem RCP 8.5 sind deutlich stärkere negative Abweichungen von Frühling bis

Tabelle 3.1
Übersicht der Referenzszenarien (RCPs) (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2016 S. 39).

Szenario	RCP-Szenario	Charakteristika	Entwicklungspfad	entsprechende SRES-Szenarien
Szenario ohne explizite Massnahmen zum Klimaschutz (kurz: Referenzszenario)	RCP8.5	<ul style="list-style-type: none"> keine expliziten Klimaschutzmassnahmen Verbesserung der Energieeffizienz und Zunahme von CO₂-freier Energieerzeugung soweit wirtschaftlich rentabel. 	steigend <ul style="list-style-type: none"> Erwärmung im Jahr 2100: 4–5°C relativ zum vorindustriellen Niveau Strahlungsantrieb: 8.5 W/m² im Jahr 2100 CO₂-Äquivalent: 1370 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> SRES-A1F1 SRES-A1B und SRES-A2: auch Szenarien mit hohem CO₂-Ausstoss, dieser ist jedoch etwas geringer als beim Szenario SRES-A1F1 und RCP8.5, aber weit unter dem Ausstoss in Stabilisierungsszenarien.
Szenario mit schwacher Emissionsminderung (kurz: Stabilisierungsszenario)	RCP4.5	<ul style="list-style-type: none"> Senkung der Treibhausgasemissionen im Laufe des 21. Jahrhunderts, aber unzureichend, um den globalen Temperaturanstieg vor dem Jahr 2100 zu stabilisieren. 	steigend <ul style="list-style-type: none"> Erwärmung im Jahr 2100: ~2.5°C relativ zum vorindustriellen Niveau Strahlungsantrieb: 4.5 W/m² im Jahr 2100 CO₂-Äquivalent: 650 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> SRES-B1 ist sehr ähnlich, wenn man den Verlauf der Erwärmung bis 2100 betrachtet.
Szenario mit starker Emissionsminderung (kurz: Verminderungsszenario)	RCP2.6 (oder RCP3PD)	<ul style="list-style-type: none"> Starke Senkung der Treibhausgasemissionen im Laufe des 21. Jahrhunderts Erhöhte Verbesserung der Energieeffizienz und Zunahme von CO₂-freier Energieerzeugung, ohne das wirtschaftliche Wachstum zu gefährden. 	Peak und Rückgang <ul style="list-style-type: none"> Erwärmung im Jahr 2100: ~1.5°C relativ zum vorindustriellen Niveau Strahlungsantrieb: 3 W/m² vor dem Jahr 2100, danach sinkend auf 2.6 W/m² bis im Jahr 2100 CO₂-Äquivalent: 490 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> Kein vergleichbares SRES-Szenario verfügbar.

Herbst im Vergleich zur Normalperiode sichtbar. Für das RCP 8.5 ist die Abweichung zur Normalperiode bis 2085 im Sommer und Herbst am deutlichsten.

Die Intensität der Regentage ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Die Mittelwerte aller RCPs zeigen einen bis 2085 zunehmenden positiven Trend. In RCP 8.5 ist die Veränderung deutlich. Von Herbst bis Frühling ist somit mit einer deutlichen Zunahme der Intensität zu rechnen, wohingegen für den Sommer kaum eine Abweichung

im Vergleich zur Intensität der Normalperiode zu erkennen ist. In Abbildung 3.5 werden die RCPs bis 2085 der Neuschneetage in den Alpen mit der Normalperiode verglichen. Eine Abnahme der Anzahl Neuschneetage ist deutlich zu erkennen. Sie variiert je nach RCP und Höhenlage. Die Abnahmen der RCP 8.5 sind stärker als die der anderen Szenarien. Auf 800m kann schlimmstenfalls mit einem Rückgang von 50% und auf 2000m von bis zu 30% Neuschneetagen gerechnet werden.

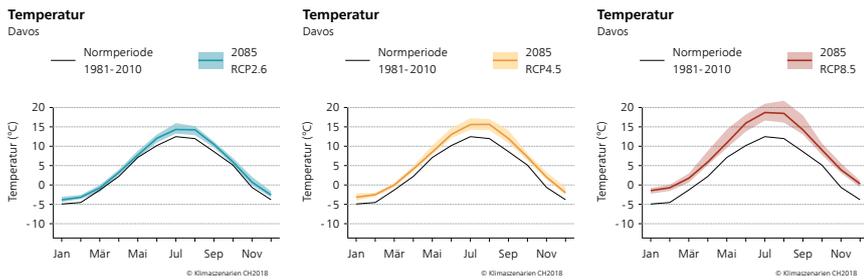


Abbildung 3.1
Temperaturprognosen für Davos (NCCS, 2018).

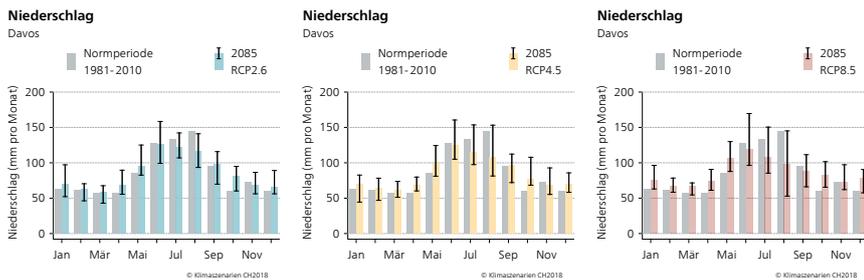


Abbildung 3.2
Jahresniederschlagsprognosen für Davos (NCCS, 2018).

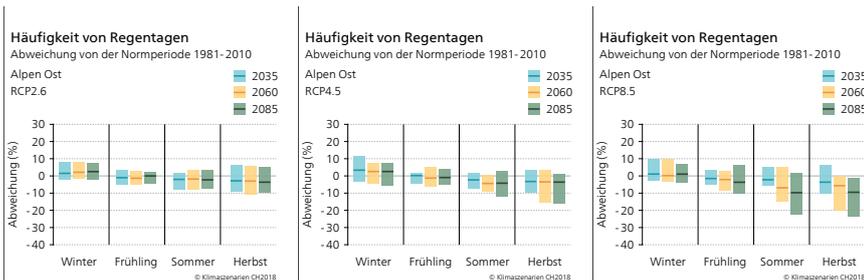


Abbildung 3.3
Prognose für die Häufigkeit von Regentagen der Ostalpenregion (NCCS, 2018).

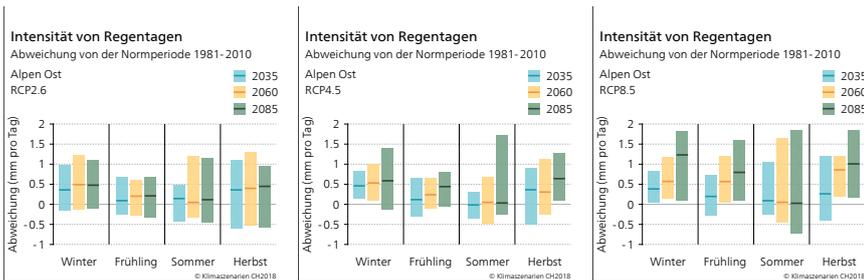


Abbildung 3.4
Prognose für die Intensität von Regentagen der Ostalpenregion.

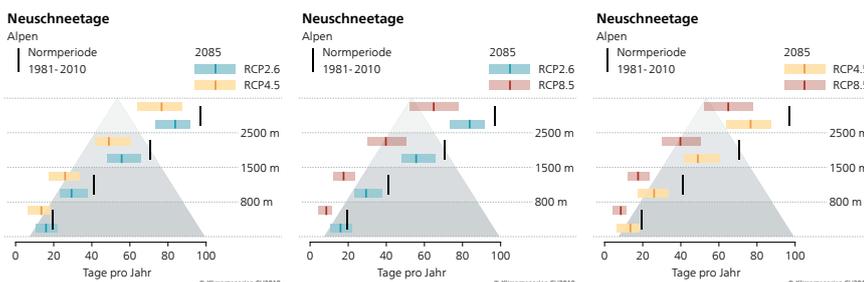


Abbildung 3.5
Neuschnee prognosen der Alpen.

3.2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Gemeinde Luzein

Verschiebung der Schneegrenze

Wie bereits erwähnt, reicht die Gemeinde Luzein von 680 m ü. M. bis zu 2826 m ü. M. Das beträchtliche Relief zeigt, dass innerhalb der Gemeinde dazugehörige Dörfer wie Pany (1250 m ü. M.), Luzein (958 m ü. M) und St. Antönien (1450 m ü. M.) mit mindestens 200 m Höhenunterschied zueinander liegen (Gemeinde Luzein, 2020c). Es kommt somit aufgrund der Höhenlage zu einer unterschiedlichen Ausprägung des Klimawandels. Deutlich wird das in Prognosen zur Nullgradgrenze, Neuschneetagen und der Schneegrenze. Um die durch den Klimawandel verursachte Verschiebung der Schneegrenze und deren Bedeutung für Luzein zu verstehen, haben acht Studierende der Modellierungsgruppe mit Temperaturprognosen für die Messstation Davos (Meteo Schweiz, 2020) die Schneegrenze modelliert. Mit den folgenden Angaben von Reto Hefti (Fachexperte der Teilanalyse Klimawandel und Schnee) wurde gerechnet:

1. Die Messstation Davos liegt auf 1 596 m ü. M.
2. Der Temperaturgradient beträgt 175 m pro °C.
3. Die Schneegrenze liegt 100 m unter der Nullgradgrenze.

Daraus ergibt sich die verwendete Formel für die Schneegrenze (Cheda et al., 2020):

$$\text{Schneegrenze} = 1\,596 \text{ m ü. M.} + 175 \cdot T - 100 \text{ m}$$

Die Berechnungen wurden jeweils für die RCP 2.6 und 8.5 durchgeführt, beziehen sich auf Veränderungen bis 2085 und werden der Normalperiode (Referenz 1981–2010) gegenübergestellt. Die Modellierung der Schneegrenze in Abbildung 3.6 verdeutlicht den ganzjährigen Anstieg der Schneegrenze, sowohl im Verminderungs- als auch im Referenzszenario.

Das Verminderungsszenario (RCP 2.6) zeigt einen durchschnittlichen Anstieg von 200 m. Überträgt man diese Verschiebung auf die Dörfer Pany, Luzein und St. Antönien wird die Veränderung innerhalb der Gemeinde deutlich. Beispielsweise liegt im November die Schneegrenze auf über 1 200 m und im Januar auf über 800 m. Das bedeutet Luzein wird im Winter potentiell schneefrei sein und der Schneefall in Pany wird später einsetzen als in der Normalperiode. Im RCP 8.5 ist die Ver-

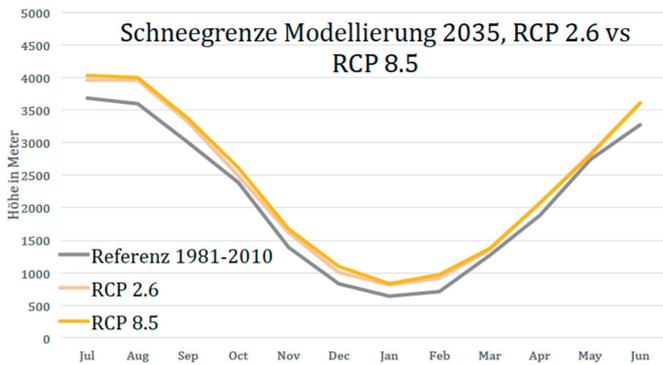


Abbildung 3.6 Modellierung Schneegrenze in Luzein bis 2085 (Cheda et al., 2020).

schiebung extremer. Die durchschnittliche Schneegrenze soll sich um 600–700 m verschieben. So wäre nicht nur Luzein komplett schneefrei, sondern auch Pany. Das auf 1 450 m liegende Dorf St. Antönien bleibt zwar verschont, aber es muss mit einer verkürzten Schneefallperiode gerechnet werden, da die Schneegrenze unterhalb 1 500 m erst im Dezember erreicht wird.

In Abbildung 3.7 ist die Verschiebung der Schneegrenze des RCP 8.5 eingezeichnet. Die rote Linie entspricht der Gemeindegrenze

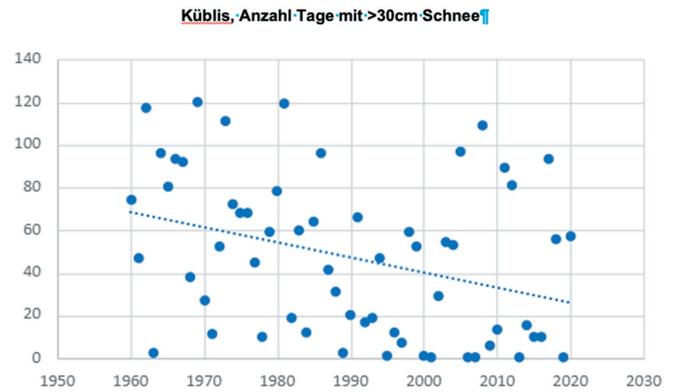


Abbildung 3.8 100 Tage Regel für Küblis 1960-2020 (Pfalzgraf, 2020b mit Daten von SLF, 2020a).

und die blauen den drei Zeitperioden. Die dunkelblaue Linie entspricht den 1995 erhobenen Messdaten und deckt sich mit der Gemeindegrenze.

Die bereits in den letzten 150 Jahren gestiegene Schneegrenze bedeutet auch einen Rückgang der Schneetage. Abbildung 3.8 zeigt, dass seit den 1960ern ein Rückgang der Anzahl Schneetage

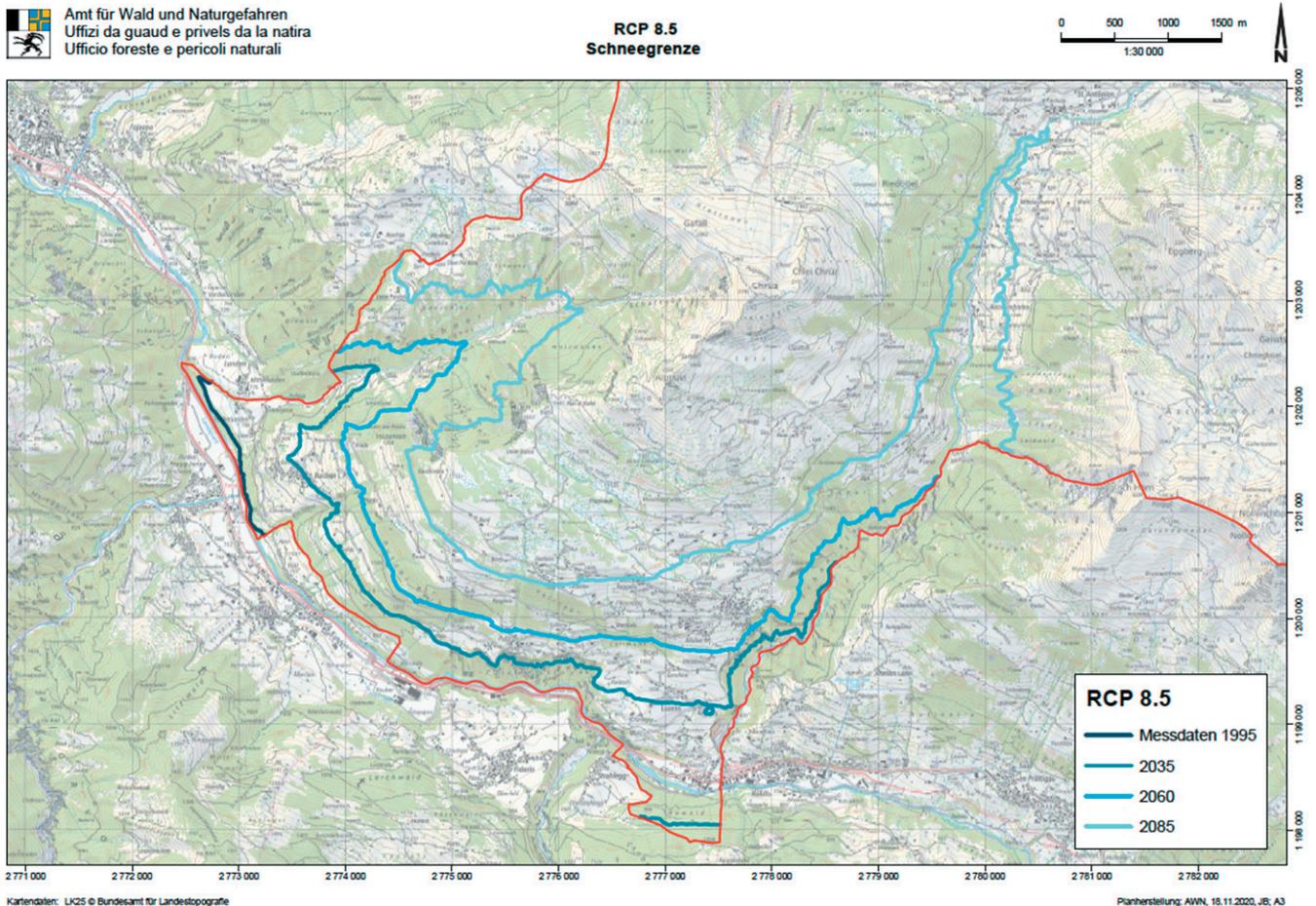


Abbildung 3.7 Zukünftige Schneegrenze in Luzein mit RCP 8.5 (AWN, 2020b).

sonders gefährlich, da sie aufgrund ihres nicht linearen Verlaufs in Geländeknicks abbrechen und die umliegende Infrastruktur gefährden können. Grosslawinen können Gebiete der Streusiedlung von der Aussenwelt abschneiden. Laut Hardegger (2020c) kommt es trotz verbesserten Verkehrswegen und Lawinenverbauungen bei Starkschneefällen zu Strassensperrungen.

Hochwasser und Murgänge

Bisher blieb die Gemeinde Luzein von grösseren Schäden durch Hochwasser oder Murgänge verschont (Hardegger, 2020a). In Zukunft wird jedoch eine Häufung an extremen Niederschlagsereignissen (Meteo Schweiz, 2018) prognostiziert, welche zusammen mit der auftretenden Schneeschmelze im Frühling zu Hochwasser führen. Diese wiederum erhöhen die Erosionen und begünstigen die Bildung von Murgängen (vgl. Marty et al., 2009). Die steigende Schneegrenze beeinflusst den Niederschlag im Winter. Das vermehrte Auftreten von Niederschlag in Form von Regen anstatt Schnee erhöht das Hochwasserrisiko im Winter (Köllner et al., 2017). Dieser Effekt könnte auch die Hochwassersaison im Frühling und Herbst verlängern (ANU, 2015d). Auch Starkniederschläge erhöhen das Hochwasserrisiko (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2016; Meteo Schweiz, 2019). Hochwasser, welche von Murgängen begleitet werden, könnten laut Hardegger (2020a) für Pany und St. Antönien eine Gefahr darstellen (ALG, 2021b).

Tourismus

In Luzein ist der Tourismus eine der Haupteinnahmequellen (ANU, 2015d). In Artikel 84 Absatz 1 und 2 der Kantonsverfassung Graubündens ist der Erhalt und die Förderung von Arbeitsplätzen verpflichtend und sowohl der Kanton als auch die Gemeinde sind somit daran interessiert den Tourismussektor trotz Klimawandel in Zukunft zu erhalten. Im Winter sind Pany und St. Antönien für Skitouren und Schneesportarten bekannt, im Sommer dagegen als Wander- und Kletterreiseziele beliebt (Gemeinde Luzein, 2020c; UPL ETH Zürich, 2020b).

Für den Wintertourismus ist der Schnee der wichtigste Entscheidungsfaktor (Steiger, Posch, Tappeiner, & Walde, 2020). Die beiden Skigebiete der Gemeinde Luzein liegen auf 1330 m.ü.M. bis 1656 m.ü.M (Skilift Junker AG, 2021). Nach Elsasser and Bürki (2002) ist für die Erhaltung des Wintertourismus die Schneesicherheit entscheidend, welche erreicht wird, wenn eine Schneedecke von mindestens 30 – 50 cm für mindestens 100 Tage liegen bleibt. Cheda et al. (2020) zeigen, dass die Anzahl der Tage mit mehr als 30 cm Schnee in den letzten 60 Jahren zwar eingehalten wurden, aber signifikant zurückgegangen sind und die Schwankungen der Anzahl Schneetage pro Jahr immer grösser werden. Es ist somit mit einer bis 2085 anhaltenden Abnahme der Schneebedeckung in Luzein zu rechnen.

Im Vergleich zu höher gelegenen Skigebieten wird die Gemeinde Luzein aufgrund der ansteigenden Schneegrenze an Attraktivität verlieren. Kurz- bis mittelfristig kann dies mit dem Einsatz von Schneekanonen kompensiert werden (Fischlin & Haeberli, 2008) wie dies heute bereits in Pany geschieht (Kasper, 2020c). Seit 2012 sind einige wenige Beschneiungsanlagen in Betrieb. Längerfristig ist die Wirtschaftlichkeit des Skigebietes bedroht (Köllner et al., 2017), da in kleinen Skigebieten die Kosten für die Beschneiungsanlagen enorm hoch sind (Elsasser & Bürki, 2002) und aufgrund

dessen nicht rentabel. Folglich sieht Hardegger (UPL ETH Zürich, 2020h) neue Möglichkeiten für Einnahmequellen in anderen Tourismusbereichen. Im Fokus steht die Förderung des Sommertourismus mit zusätzlichen Angeboten wie das Klettern (Fromm, 2020) Abschn. 7:30min). Gelingt es der Gemeinde, die Trockenperiode im Sommer touristisch zu nutzen, bieten sich durchaus auch Chancen für die Gemeinde (ANU, 2015c; Ernst Flütsch, 2020c).

Biodiversität und Landwirtschaft

Im Aktionsplan 2020–2025 (BAFU, 2020a) steht, dass durch die steigende Schneefallgrenze zahlreiche Lebensräume verändert werden. Je nach Höhenlage und lokalen Bedingungen kann dies positiv oder negativ auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Arten wirken. Mit einem Anstieg der Temperatur leiden gewisse Artbestände, welche auf feuchte und kühle Lebensräume angewiesen sind (Stöckli & Ammann, 2015 S.38). Davon betroffen ist die Moorlandschaft Tratza-Pany (BAFU, 2019b). Die Sommertrockenheit kann in Hochmooren zur Bedrohung von Organismen führen, die auf eine Tarnung oder den Kälteschutz der Schneedecke angewiesen sind (vgl. Stöckli, Ammann, & Stal, 2015 S.32-38). Der Verlust von Hochmooren bedeutet auch die Freisetzung von CO₂ aufgrund der fehlenden Torfbildung, die als natürlicher CO₂-Speicher dienen (Niedermaier et al., 2011).

In Skigebieten mit Kunstsnee ist eine spätere Schneeschmelze zu beobachten, die den natürlichen Pflanzenzyklus verzögert und einschränkt. Ausserdem sind Veränderungen der Pflanzensammensetzung aufgrund des für die Beschneiung verwendeten Wassers aus Flüssen und Seen möglich (vgl. Rixen, Stoeckli, & Ammann, 2003).

Die steigende Anzahl Naturgefahren können sowohl die Biodiversität als auch die Landwirtschaft beeinträchtigen (AWN, 2009). Die Auswirkungen auf die Landwirtschaft aufgrund einer längeren Sommerperiode und der ausbleibenden Schneemenge sind eine verlängerte Vegetationsperiode für Pflanzen und Weidezeit für Tiere auf Alpweiden. Durch den Temperaturanstieg nehmen auch die Schadstofforganismen zu (Stöckli & Ammann, 2015 S.25 u. S.38). Weitere Probleme können die im Frühjahr geringere Schneeschmelze sein, welche durch Bewässerung aus anderen Quellen ergänzt werden muss (vgl. Qin et al., 2020).

3.2.3 Klimastrategien

Die künftige Veränderung ist abhängig von den globalen Treibhausgasemissionen und wie schnell und umfassend es diese zu senken gelingt. Das CO₂-Gesetz beauftragt in Artikel 8 den Bund die Anpassungsmassnahmen zu koordinieren und für die Bereitstellung der dafür nötigen Grundlagen zu sorgen. Der Klimawandel wirkt sich direkt und indirekte auf unsere Umweltsysteme aus und dementsprechend werden Massnahmen zur Anpassung gefordert.

Die Massnahmen zur Anpassung werden im Aktionsplan «Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz» aufgeführt. Darin enthaltene Anpassungsmassnahmen werden in dreizehn Sektorspolitiken unterteilt. Darunter fallen der Tourismus, der Umgang mit Naturgefahren sowie die Landwirtschaft (vgl. BAFU, 2018a, 2020a). Die jeweiligen Anpassungsstrategien sind vielseitig. Für den Tourismus wäre beispielsweise die Diversifizierung des tou-

ristischen Angebots vorgesehen. Unterstützt werden betroffene Gebiete durch spezifische Förderprogramme. Ein weiteres Beispiel wäre die Entwicklung und Verbesserung von Früherkennungs- und Monitoring-Systemen (vgl. BAFU, 2020a).

Die Schweiz betreibt integrales Risikomanagement. Gearbeitet wird dabei mit Gefahrenzonenplänen, technischen Schutzmassnahmen, Aufforstung und Waldpflege (AWN, 2009). Der Bund kümmert sich um die Koordination der Anpassungsmassnahmen, stellt notwendige Grundlagen, führt Datenerhebungen aus und beteiligt sich massgebend an der Finanzierung der Schutzmassnahmen (BAFU, 2017b). Auf kantonaler Ebene müssen die Massnahmen an die lokalen Verhältnisse angepasst werden. Dafür erstellt das BAFU Online-Tools, die als Hilfestellung für Gemeinden zur Erstellung lokaler Anpassungspläne dienen (vgl. BAFU, 2020a). Beispielsweise fordert die Zunahme von Lawinen Schutzvorkehrungen wie Schutzwälder und Lawinenverbauungen. In Luzern schützen Lawinenbauten aus Beton, die laufend durch Stahlkonstruktionen ersetzt werden, die Gemeinde. Bei Murgängen ist die wirksamste Massnahme der Schutzwald und die Verhinderung von Verkläuserung in Bächen (vgl. AWN, 2009). Hochwasserschutzkonzepte hingegen lassen sich mit Renaturierungen eindämmen, da Moore als Überschwemmungsflächen Wasser zurückhalten (Stiftung Wirtschaft und Ökologie SWO, n.d.). Der Hochwasserschutz von Luzern liegt gemäss Art. 2 und 3 WBG in der Verantwortung des Kantons Graubünden und wird vom Bund gefördert. Die Erstellung von Schutzbauten gegen Hochwasser und Murgänge wird vom Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden koordiniert (AWN, 2021b).

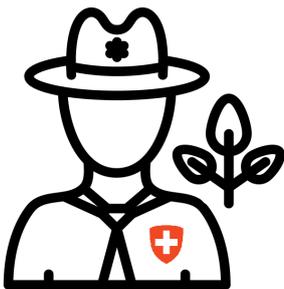
3.2.4 Rechtliche Grundlagen

Der in der Bundesverfassung (BV) verankerte Art. 73 BV verpflichtet den Bund und die Kantone ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen Natur und Mensch anzustreben. In Art. 74 BV ist verankert, dass der Bund für die Erlassung von Vorschriften zum Schutz des Menschen und der natürlichen Umwelt vor schädlichem Einwirken verantwortlich ist und solche Einwirkungen verhindert werden sollen. Darin ist ebenfalls geregelt, dass es die Aufgabe der Kantone ist die Vorschriften einzuhalten.

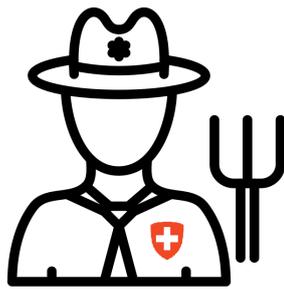
Für das Klima ist das CO₂ Gesetz relevant. Es wurde basierend auf Art. 74 erlassen und ist 2013 in Kraft getreten (CO₂-Gesetz, 2011). Die kantonale Gesetzgebung verpflichtet den Kanton und seine Gemeinden in Art. 80 KRG eine nachhaltige Entwicklung des Kantonsgebiets anzustreben. In Art. 82 Abs. 2 KRG werden Kanton und Gemeinde zum umweltschonenden Umgang mit erneuerbaren Energien verpflichtet.

3.2.5 Stakeholder und Stakeholderinnen

Zum Tourismussektor in Luzern gehören die lokalen Skigebiete, Gastronomie und Hotellerie sowie die Tourismusverbände. Alle sind auf die Erhaltung des Tourismus angewiesen. Mit einem erwarteten Rückgang des Wintertourismus ist der Erhalt der Skigebiete erschwert. Betreiber und Betreiberinnen der lokalen Skigebiete können zwar wenig Einfluss auf den Erhalt des Wintertourismus nehmen, sind aber interessiert die Auswirkungen des Klimawandels möglichst gering zu halten. Als Anpassungsstrategie ist eine Aufwertung des Sommertourismus geplant. So sollen künftige Defizite der Wintersaison ausgleichen werden. Die Umgestaltung geschieht durch die Tourismusverbände, welche



Bundesamt für Umwelt (BAFU)



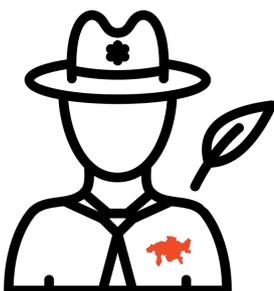
Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)



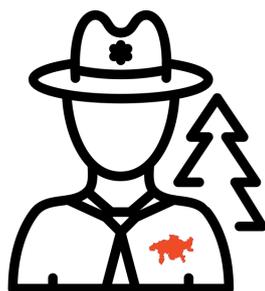
Pro Natura



Prättigau Tourismus GmbH



Amt für Natur und Umwelt
Graubünden (ANU)



Amt für Wald und Naturgefahren
Graubünden (AWN)



Skilift Junker AG & Skilift Pany AG



Gemeinde Luzern

den Ort vermarkten. Ihr Gelingen wirkt sich positiv auf Gastronomie und Hotellerie aus.

Das Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) ist die kantonale Fachstelle für Wald und dem Schutz vor Naturgefahren. Es unterstützt die Gemeinde bei Schutz vor Naturgefahren und hat angesichts des zunehmenden Risikos eine zunehmende Bedeutung. Um die Attraktivität der Gemeinde als Wohnort und Reiseziel zu erhalten, sind Sicherheit und Schutz von zentraler Bedeutung. Somit teilen Einwohner und Einwohnerinnen und das AWN dasselbe Interesse. Der Bund beteiligt sich dabei massgebend an der Finanzierung der Schutzmassnahmen. Dazu gehören sowohl Frühwarnsysteme als auch bauliche Massnahmen.

Auswirkungen des Klimawandels gefährden die Biodiversität. Besonders Naturschutzverbände wie Pro Natura sind daran interessiert die Artenvielfalt zu fördern und Habitate zu schützen. Trockenheit bewirkt einen ansteigenden Wasserverbrauch im Sommer, um die Landwirtschaft zu erhalten. Auch kommt es infolge von Hitzewellen zu Ertragsschwankungen. Starkniederschläge im Winter verursachen Bodenerosion und verstärken das Hochwasserrisiko und die Landwirtschaft als auch Anwohner und Anwohnerinnen sind gefährdet. Vom Bund unterstützte Beobachtungen der klimatischen Bedingungen und Topographie sind von grosser Bedeutung, um Schäden zu verhindern.

3.3 Diskussion

Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits heute spürbar und werden weiter zunehmen. Die Temperaturprognosen zeigen, dass mit einem Anstieg der Temperatur vor allem in den Sommermonaten zu rechnen ist. Dadurch steigt das Risiko längerer Trockenperioden (Kasper, 2020). Das Ausmass der Erwärmung ist von Szenario zu Szenario anders, aber bereits ein Anstieg der Sommertemperatur um wenige °C hat Folgen. Durch die steigenden Temperaturen wird der Niederschlag beeinflusst. Zwar lassen sich keine genauen Prognosen treffen, jedoch wird es häufiger zu Extremniederschlagsereignissen kommen. Diese begünstigen Naturgefahren und stellen die Gemeinde zunehmend vor Herausforderungen. Ausserdem beeinflusst der Temperaturanstieg eine Verschiebung der Nullgradgrenze und damit steigt auch die Schneefallgrenze. Zur Folge kommt es je nach RCP Szenario zu einer Verschiebung der Schneegrenze um bis zu 700 m. Dies bedeutet, dass in Zukunft einige Dörfer der bislang unterhalb der Schneegrenze liegenden Gemeinde oberhalb der Schneegrenze liegen werden. Dadurch verzögert sich auch der Schneefall, welcher mit dem Temperaturanstieg zusätzlich weniger lange liegen bleibt. So nehmen auch die Anzahl Schneetage mit über 30 cm Schnee fortlaufend ab. Dies hat vor allem für den Wintertourismus negative Konsequenzen. Zwar können kurzfristig ausbleibende Schneemengen durch Kunstschnee mittels Beschneigung ersetzt werden, jedoch erweist sich dies längerfristig nicht als wirtschaftlich rentabel. Der zusätzliche Wasserbedarf für die

Kunstschneeproduktion würde zudem den Wasserverbrauch erhöhen (Rixen et al., 2011). Da der Wintertourismus eine wichtige Einnahmequelle der Gemeinde darstellt, ist der Umgang mit dem Klimawandel besonders wichtig, da beispielsweise mit dem RCP 2.6 der Wintertourismus erhalten bleiben könnte.

Die steigende Schneefallgrenze beeinflusst auch die Vegetationsperiode. Eine Verlängerung um zwei bis vier Wochen könnte Chancen für die Landwirtschaft und Biodiversität bedeuten. Es kann aber auch zu negativen Veränderungen wie Habitats- und Artenverlust führen.

Mit der Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Regenfällen werden Naturereignisse wie Nassschneelawinen, Murgänge, Hochwasser und Hangrutschungen zunehmen. Dies gefährdet Anwohner und Anwohnerinnen und die Infrastruktur. Steigt das Risiko, verringert sich die Attraktivität der Gemeinde Luzein als Erholungs- und Freizeitraum. Zudem fallen Kosten für das Erstellen von Schutzbauten und Frühwarnsystemen an. Da viele Naturgefahren durch ihre spontanen Ausbrüche schwer vorzusagen sind, ist die Verwendung von Gefahrenkarten umso wichtiger. So wären beispielsweise Monitoring und Datenerhebungen hilfreich um bestehende Gefahrenkarten zu vervollständigen.

Der Umgang mit dem Klimawandel ist auf nationaler Ebene durch den Klimabericht und den Aktionsplan 2020–2025 geregelt. Die Datengrundlage wird somit mit dem Klimabericht zur Verfügung gestellt und muss auf die Herausforderungen des jeweiligen Kantons und dessen Gemeinden heruntergebrochen werden. Das Ausarbeiten von Lösungsansätzen und Massnahmen ist Sache der Gemeinden, diese werden durch den Kanton unterstützt und mitfinanziert.

3.4 Schlussfolgerung

Die RCP Szenarien zeichnen unterschiedlich starke Veränderungen der kommenden Jahrzehnte ab. Durch den Temperaturanstieg werden andere Faktoren, wie die Nullgrad- und die Schneefallgrenze nach oben verschoben und beeinflussen die Anzahl Schneetage im Jahr. Diese Auswirkungen sind innerhalb der Gemeinde aufgrund ihres beträchtlichen Reliefs zwar unterschiedlich stark spürbar, aber durch die Abhängigkeit des Wintertourismus für alle relevant. Mit Anpassungsstrategien, wie die Förderung des Sommertourismus, erfährt Luzein eine Umstrukturierung, deren Ziel der Erhalt des Tourismus ist. Das Risiko durch Naturgefahren wird künftig zunehmen. Durch Extremwetterereignisse werden Hochwasser, Rutschungen und Nassschneelawinen vor allem im Winter zunehmend problematisch. Sie gefährden nicht nur Einwohner und Einwohnerinnen und Infrastrukturen, sondern auch die Attraktivität der Gemeinde als Erholungsort. Anpassungen wie Frühwarnsysteme und bauliche Massnahmen werden vom Bund unterstützt und von den kantonalen Ämtern umgesetzt.

4 Naturgefahren Lawinen

4.1 Einleitung

Das Leben im alpinen Raum birgt verschiedene Tücken, darunter auch Naturgefahren wie Lawinen. Während Lawinen heute vor allem als Risikofaktor in der Freizeitbetätigung eine zunehmende Rolle spielen, sind sie in Berggebieten bereits seit Jahrhunderten gefürchtet. Grosse Tallawinen können neben Infrastruktur auch Tier- und Menschenleben gefährden. In betroffenen Regionen ist man deshalb bemüht, das Risiko durch geeignetes Management zu minimieren. St. Antönien ist ein solches Risikogebiet und weist eine aussergewöhnliche und lange Geschichte im Umgang mit Lawinen auf.

Die Studierenden der Teilanalyse Naturgefahren Lawinen beschäftigten sich mit folgender Fragestellung: *Welche Bedeutung hatte und hat die Naturgefahr Lawinen für die Entwicklung der Gemeinde Luzein (St. Antönien) und welche Herausforderungen ergeben sich daraus?* Die Studierenden haben sich auf das Gebiet St. Antönien beschränkt, da dieses am stärksten von der Lawinengefahr betroffen ist. Sie untersuchten unter anderem wie sich der Umgang mit Lawinenereignissen im Laufe der Zeit veränderte und welchen Einfluss die Lawinenereignisse auf die Entwicklung der Raumnutzung hatten. Die Sondernutzungsregelung St. Antönien und das integrale Risikomanagement wurden ebenso behandelt (vgl. UPL ETH Zürich, 2020a).

4.2 Resultate

4.2.1 Historischer Lawinenschutz

Nicht nur der technologische Fortschritt, sondern auch neue organisatorische Konzepte revolutionierten den Lawinenschutz in der Vergangenheit. Im folgenden Kapitel wird aufgezeigt, wie sich die Strategien im Umgang mit Lawinenereignissen, welche in St. Antönien Anwendung fanden, im Laufe der Zeit veränderten.

Im 13. Jahrhundert besiedelten die Walser das Prättigau und rodeten so viel Wald, wie sie Land zum Leben brauchten (Brembilla & Enzler, 2010). Mit der Zeit erkannten die Einwohner und Einwohnerinnen die Gefahr, die das Roden eines Schutzwaldes mit sich bringt (Kapitel 4.2.2) und verfassten im 17. Jahrhundert die «Rohrwaldbannbriefe», welche das Abholzen reglementieren sollten (Finze-Michaelsen, 1988). Wegen mangelnder Einhaltung zeigte diese Massnahme jedoch kaum Wirkung (Schneebeli, Laternser, Föhn, & Ammann, 1998).

Im gesamten Alpenraum wurden unterschiedliche Lawinenschutzmassnahmen entwickelt. Anfangs waren Stein- oder Erdhäufen direkt hinter dem Gebäude der einzige Schutz vor Lawinen. Ablenkkeile aus Stein sollten die Lawinen um das Gebäude herum lenken. Ebenhöchs ermöglichten es, dass Lawinen über das Gebäude hinwegrutschen, indem das Dach nahtlos an das Terrain oder an eine Anschüttung anschliesst. In Luzein wurde 1797 das erste Ebenhöch erbaut (Flütsch, 1976). Später wurden Gebäude mit derselben Absicht direkt in den Hang hineingebaut (vgl. Rudolf-Miklau, 2011) (siehe Abbildung 4.5). Während bis anhin versucht wurde, die Lawinen unmittelbar vor dem Aufprall auf das Gebäude zu bremsen, setzte man ab dem 18. Jahrhundert auch auf die Prävention im Anrissgebiet. Die Wiederaufforstung der Schutzwälder und die Errichtung von Gräben standen dabei im Fokus (vgl. Rudolf-Miklau, 2011).

Die St. Antönier Lawinenchronik, die seit 1668 geführt wird, zeigt, dass St. Antönien trotz der Massnahmen immer wieder von Lawinenereignissen heimgesucht wurde, bei denen Menschen und Tiere ums Leben kamen und Gebäude komplett zerstört wurden (siehe Abbildung 4.1) (Flütsch, 1976; Schneebeli et al., 1998). So starben im Lawinenwinter 1951 ein Mensch und 50 Tiere; 42 Gebäude wurden gänzlich zerstört. Dieses Unglück machte den Einwohnern und Einwohnerinnen klar, dass weitere präventive Massnahmen nötig waren, und gab den Anstoss für das Vorantreiben der Erbauung der Lawinenschutzbauten am Chüenihorn. In St. Antönien wurde eine starke Talflucht befürchtet, wie es bereits 1689 geschah (Brembilla & Enzler, 2010; Thalman, 2015). 1953 wurde die grösste Lawinenverbauung der Schweiz bewilligt. Die Betonverbauungen wurden 1978 auf einer Länge von 12 280 m fertiggestellt und 1964 mit einem Maschendraht erweitert, um den Schutz zu optimieren.

Zeitgleich wurden 50 Hektare mit rund 450 000 Setzlingen aufgeforstet, um den Schutzwald direkt unter den Lawinenverbauungen zu erweitern (Abbildung 12) (vgl. Thalman, 2015).

Wie in Abbildung 4.2 ersichtlich, zeigten die baulichen und forstlichen Lawinenschutzmassnahmen in den letzten Jahrzehnten ihre Wirkung. Dies ist jedoch auch der Kombination verschiedener raumplanerischer und organisatorischer Mittel zu verdanken, die in den letzten Jahrzehnten vermehrt eingesetzt wurden und ein wichtiger Bestandteil des heute angewandten integralen Risikomanagements (IRM) sind (vgl. Marty et al., 2009).

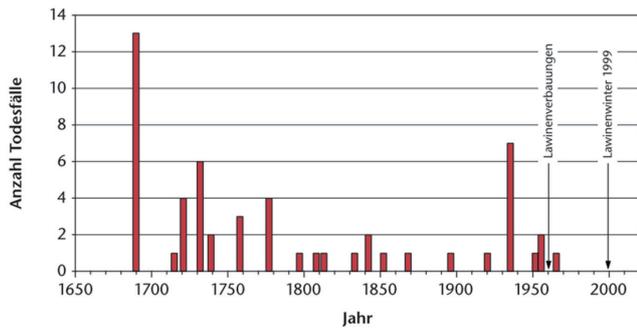


Abbildung 4.1
Todesfälle aufgrund von Lawineneignissen in St. Antonien (Marty et al., 2009, p. 203; basierend auf Wilhelm, 1999).

Die Aufbereitung der historischen Lawineneignisse zeigt, dass die Naturgefahren Lawinen in St. Antonien eine besondere Rolle spielen (Brembilla & Enzler, 2010). Grosse Teile der heutigen Streusiedlung befinden sich in der roten Zone (siehe Abbildung

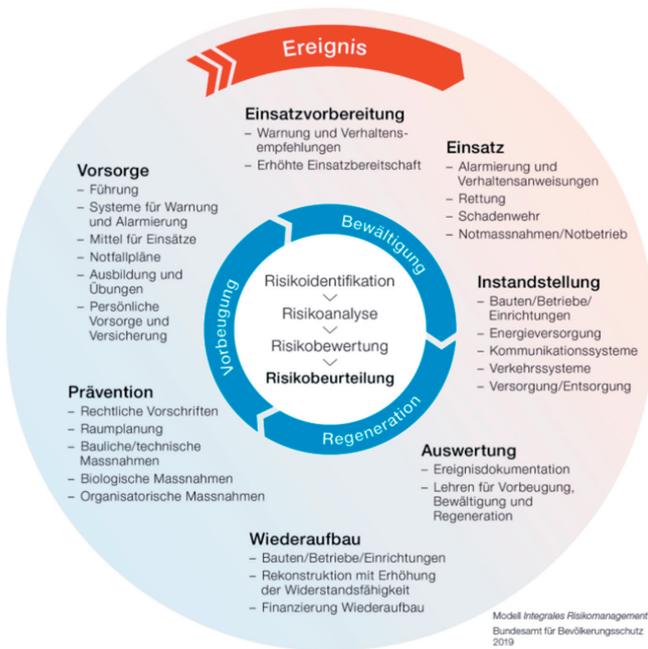
4.4), in welcher erhebliche Lawinengefahr herrscht und in einem Zeitraum von 30 Jahren auch grosse Lawinen zu erwarten sind (Margreth, 2015). St. Antonien gehörte zudem auch zu den unterstützenden Gemeinden, als die UNESCO 2018 den Umgang mit der Lawinengefahr in die Repräsentative Liste des immateriellen Kulturerbes aufnahm (SLF, 2021).

4.2.2 Integrales Risikomanagement

Das IRM ist ein Standardverfahren, welches zur Risikominimierung von Naturgefahren angewendet wird. Das Zusammenspiel von verschiedenen Ämtern des Bundes und der Kantone, der Bevölkerung, Einsatzkräften und Versicherungen spielt dabei eine zentrale Rolle (vgl. BABS, 2013). Das IRM ist ein zirkulärer Prozess, der in die Komponenten Vorbeugung, Bewältigung und Regeneration eingeteilt wird. Ziel ist dabei, mittels Ereignis-Dokumentation und Datenerhebung zur Verbesserung der präventiven Massnahmen beizutragen (Abbildung 4.3) und das Restrisiko auf ein vertretbares Mass zu reduzieren. Nachfolgend werden die verschiedenen Komponenten, insbesondere die Vorbeugungsmassnahmen (Prävention), vorgestellt.



Abbildung 4.2
Chüenihorn 1950 (links) (Finze-Michaelsen, 1988, p. 8) und Chüenihorn 2020 (rechts) (M. Flutsch, 2020).

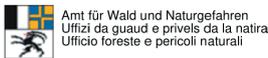


Prävention: Raumplanung

Das Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden (AWN) legt Gefahrenzonen fest, welche von der Gemeinde bei der Erstellung des kommunalen Nutzungsplans übernommen werden müssen (Art. 38 KRG; Art. 14 RPG). Dieser wird vom Amt für Raumentwicklung GR (ARE), dem AWN, der Gebäudeversicherung Graubünden (GVG) und dem Stimmvolk der Gemeinde Luzein absegnet und findet bei der Bewilligung von Neubauten Anwendung (vgl. Lunz, Peng, Stockmann, & Wilhelm, 2017). Es werden rote, blaue und gelbe Zonen unterschieden. In roten Zonen herrscht erhebliche Gefahr und es gilt ein absolutes Bauverbot (Art.38 Abs.2 KRG). In den blauen Zonen herrscht mittlere Gefahr und es darf nur unter besonderen Auflagen (z.B. Objektschutz) gebaut werden (Art.38 Abs.3 KRG). Dagegen besteht in gelben Zonen eine geringe Gefahr.

Bis im Jahr 2015 war das St. Antönier Gefahrenzonenmodell in Kraft, nach dem sich alle Gebäude in der blauen Zone befanden, obwohl sie nach der Gefahrenlage der roten Zone zugehört hätten (AWN, 2012). Dadurch erschienen die Gebäude in der Gefahrenkarte als blaue Inseln mitten in der roten Zone und wurden auch «blaue Eier» genannt. Diese Gebäude konnten durch die GVG ver-

Abbildung 4.3
Integrales Risikomanagement (BABS, 2020).



Naturgefahren - Gefahrenkarte
X: 2784946 Y: 1207563

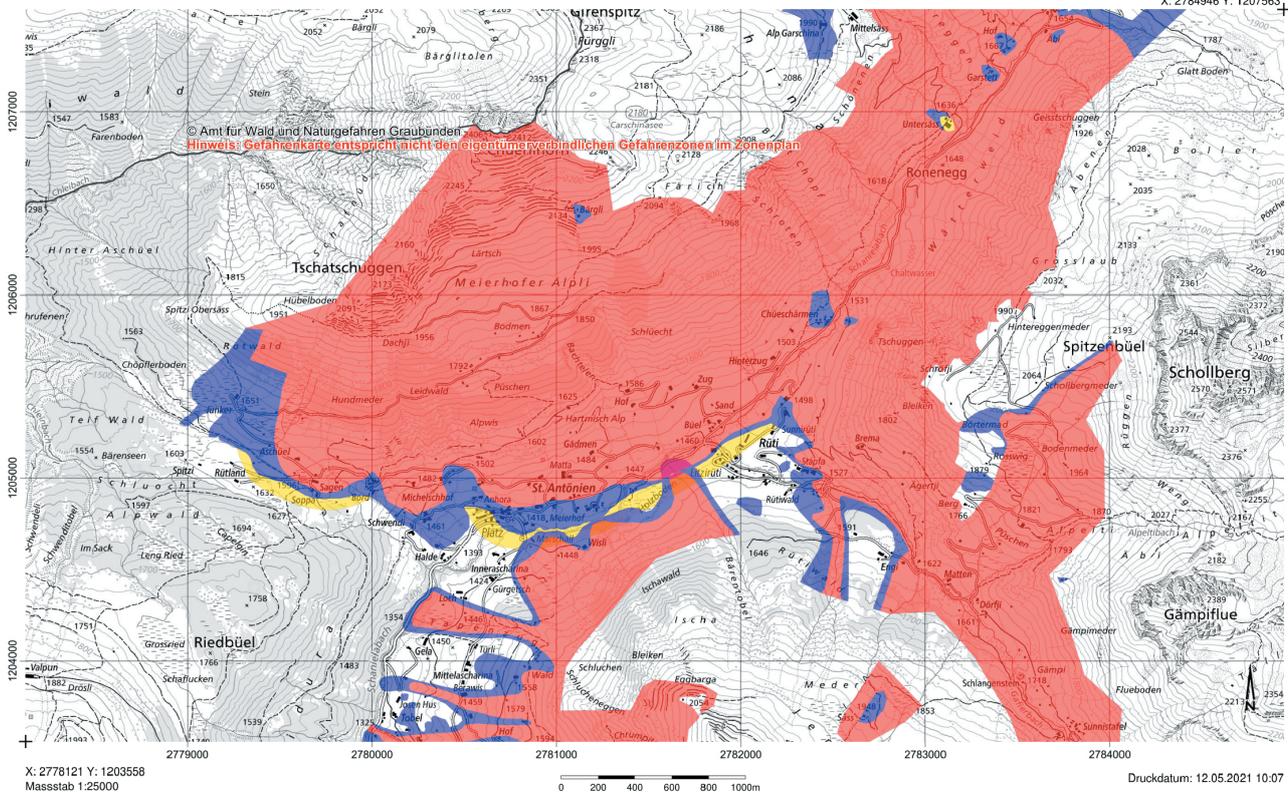


Abbildung 4.4
Ausschnitt der Gefahrenkarte für St. Antönien (AWN, 2021a).

Hinsichtlich der inhaltlichen Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität und Vollständigkeit der veröffentlichten Informationen kann keine Gewährleistung übernommen werden. © Kanton Graubünden, Quelle: Bundesamt für Landestopografie und Kanton Graubünden geo.gr.ch

sichert werden und unter Erfüllung bestimmter Auflagen umgebaut oder erneuert werden. Nach der Einführung der neuen Gefahrenkarte für St. Antönien 2015 verschwanden die «blauen Eier» und für die dortigen Gebäude gelten seither die Regelungen wie für die rote Zone. Folglich wurde eine kommunale Sondernutzungsregelung für den Ortsteil St. Antönien erlassen, die ermöglicht, dass Gebäude in der roten Zone durch die GVG versichert werden können (Art. 38 Baugesetz Luzein). Die GVG entschädigt jedoch im Falle einer Zerstörung (z.B. auch durch Feuer) nur den Abriss und den Wert des Gebäudes, nicht die Kosten für den Wiederaufbau. Ausserdem darf das Gebäude wegen des Bauverbots in der roten Zone nicht mehr an demselben Standort aufgebaut

werden (vgl. Federspiel, 2015). Die in der Abbildung 4.4 sichtbaren blaue Flecken sind nicht zu verwechseln mit den ehemaligen «blauen Eiern»: Diese sind Geländeerhebungen, an denen nur mässige Lawinengefährdung vorherrscht (Hardegger, 2021).

Prävention: Bauliche Massnahmen

Die baulichen Lawinenschutzmassnahmen können in Objektschutz und Lawinenverbauungen unterteilt werden. Beim Objektschutz soll die Lawine umgeleitet und ihre Kraft abgeschwächt werden (Suda, Sauermoser, Skolaut, & Rudolf-Miklau, 2012). Abbildung 4.5 zeigt vier Objektschutz-Massnahmen, die in St. Antönien eingesetzt werden.



Ein Ebenhöch ist ein Gebäude, dessen Dach an das Terrain anschliesst, damit die Lawine über das Gebäude hinwegfliessen kann (Weidmann, 2020). Abbildung: (Weidmann, 2020).



Der Spaltkeil teilt die Lawine entzwei und leitet sie um das Gebäude herum (AWN, 2012). Abbildung: (AWN, 2012, p. 17).



Ähnlich wie das Ebenhöch funktioniert auch das Einbauen des Gebäudes in den Hang (AWN, 2012). Abbildung: (AWN, 2012, p. 16).



Die zur Lawine exponierten Wände können verstärkt werden, um das Gebäude zu stabilisieren (AWN, 2012). Abbildung: (AWN, 2012, p. 14).

Abbildung 4.5
Objektschutzmassnahmen in St. Antönien (Eigene Abbildung basierend auf Arnet et al., 2020).



Abbildung 4.6
Kolktafeln in St. Antönien (L. Flütsch, 2020).



Abbildung 4.7
Lawinenanbruch-Verbauungen aus Beton (vorne) und Stahl (hinten) (Maikoff & Pitsch, 2018, p. 12).



Abbildung 4.8
Schutzwald in St. Antönien (Pitsch, 2011, p. 26).

Durch Lawinenverbauungen soll der Anriss der Lawine verhindert werden, indem Lawinenanbruchverbauungen die kriechende Schneedecke bremsen und Verwehungsverbauungen die Ansammlung von Triebsschnee vermindern (Margreth, 2007). Bei den Verwehungsverbauungen können entweder Triebsschneezäune die Ablagerung von Triebsschnee fördern, oder Kolktafeln (Abbildung 4.6) den Weitertransport von Triebsschnee begünstigen (Schilcher et al., 2012). Lawinenanbruchverbauungen werden in potentiellen Anrissgebieten angebracht und bestehen aus Holz, Beton oder Stahl (Abbildung 4.7). Betonwerke weisen eine kürzere Lebensdauer auf und werden in St. Antönien deshalb seit 1993 laufend ersetzt. Zudem werden seit 2018 die Lawinenverbauungen erweitert, da Lawinenschutzdefizite festgestellt wurden (vgl. Maikoff & Pitsch, 2018). Die Gesamtkosten für das Erneuerungsprojekt belaufen sich auf ca. 800 000 – 1 000 000 CHF jährlich, von denen die Gemeinde 20%, Bund und Kanton 80% übernehmen (UPL ETH Zürich, 2020h). Zusätzlich zu den laufenden Erweiterungen bräuchte es laut Martin Hardegger (2020b), Koordinator der Lawinenschutz Organisation in St. Antönien, einen weiteren Ausbau der Lawinenschutzbauten, da sich zwischen Verbauungen im Anrissgebiet und dem Schutzwald Lawinen lösen könnten. Ein Restrisiko bleibt auch bei vollständiger Verbauung, falls die Lawinenschutzbauten bei Extremniederschlägen vollständig mit Schnee gefüllt sind (Pitsch, 2011).

Für den nachhaltigen Umgang mit Lawinen ist es von zentraler Bedeutung, dass der Nutzen, insbesondere einer präventiven Massnahme, die Kosten der Massnahme übertrifft. Es gilt zu erwähnen, dass von Bund und Kanton nur Projekte finanziell unterstützt werden, die ein genügend hohes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen (vgl. Maikoff & Pitsch, 2018). Ausserdem gilt es zu beachten, dass der «Nutzen» einer Schutzmassnahme nur schwer zu quantifizieren ist, da die potentiellen Schäden auch Menschenleben betreffen können.

Prävention: Schutzwald

Der Wald bietet über verschiedene Mechanismen Schutz gegen Lawinen (siehe Abbildung 4.8):

- Im Wald entstehen durch Interzeption weniger dicke Schneedecken.
- Die Windverfrachtung ist im Wald reduziert.
- Die Heterogenität des Bodens verhindert die Bildung von durchgehenden instabilen Schichten.
- Der Schnee rutscht im Wald wegen der höheren Oberflächenrauigkeit weniger gut.

- Wenn er dicht genug bepflanzt ist, kann der Wald auch Lawinen bis zu einem gewissen Masse bremsen, jedoch ist dieses Auffangvermögen bald erreicht. Dies macht den Schutzwald anfällig für Lawinen aus höher gelegenen Anrissgebieten. Letzteres gilt auch für den Schutzwald in St. Antönien (Pitsch, 2011; vgl. Fachstelle für Gebirgswaldpflege, 2020; WSL, 2021a).

Bewältigung

Bei der Bewältigung einer Notsituation ist die enge Zusammenarbeit zwischen Warndiensten auf Bundesebene (Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF), Sicherheitsbeauftragten vor Ort, Einsatzkräften und Bevölkerung wichtig (Bründl et al., 2004). Durch das Interkantonale Frühwarn- und Kriseninformationssystem (IFKIS) des SLF werden Behörden und Öffentlichkeit rechtzeitig über eine Notlage informiert (SLF, 2020b). Die Sicherheitsbeauftragten vor Ort können Strassensperrungen verordnen und die Bevölkerung in St. Antönien per SMS informieren (UPL ETH Zürich, 2020h). Zusätzlich werden vermehrt Einsatzkräfte im Lawinencenter in St. Antönien für den Ernstfall geschult (Michel, 2020).

Regeneration

Kommt es bei einem Lawinenniedergang zu Schäden an der Infrastruktur, werden diese durch die GVG, bei welcher alle Gebäude versichert sein müssen, entschädigt. Befinden sich die betroffenen Gebäude jedoch in der roten Zone (ehemalige «blaue Eier»), bezahlt die GVG lediglich den Abbruch und Wert des Gebäudes. Zusätzlich darf dieses nicht am selben Ort wiederaufgebaut werden. Die Eigentümer und Eigentümerinnen besitzen jedoch oft nicht genügend Mittel, um die Kosten für den Wiederaufbau an einem neuen Ort zu finanzieren (vgl. UPL ETH Zürich, 2020h).

In diesem Zusammenhang ist es wichtig festzustellen, dass zum nachhaltigen Umgang mit Lawinen die Einbindung der Bevölkerung in Form eines Risikodialogs dazu gehört. Besonders die Flexibilität der Bevölkerung ist von zentraler Bedeutung (vgl. Jenni, 2011).

Lawinenereignisse werden kartiert und analysiert, um Lehren für künftige Massnahmen im Umgang mit Naturgefahren zu ziehen. «Gefahrenkarten und Nutzungspläne werden angepasst, planerische und technische Massnahmen erneuert und die Rettungskette verbessert» (Aeschimann et al., 2020, p. 14; basierend auf BABS, 2020). Dadurch schliesst sich der Kreislauf des IRM (Abbildung 4.3) (vgl. BABS, 2020).

4.2.3 Klimawandel

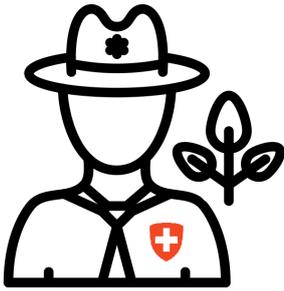
Wie in Kapitel 3 Klimawandel und Schnee ausführlich beschrieben, haben die steigenden Temperaturen in den Alpen einen Anstieg der Schneefallgrenze zur Folge. Dies fördert die Entstehung von Nassschneelawinen, weil der Schneedecke mehr Wärme zugeführt wird (SLF, 2020a). Da durch den Klimawandel mehr Starkniederschläge erwartet werden, wird die Bewältigung von Lawinenereignissen erschwert, falls diese nicht rechtzeitig vorhergesagt werden (UPL ETH Zürich, 2020h). Zusätzlich könnten Murgänge künftig öfter die Lawinenschutzbauten beschädigen (Hardegger, 2020c).

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Schutzwald sind vielseitig: Durch die erhöhten Temperaturen nehmen das Waldwachstum und die Walddichte zu. Ebenso nehmen Trockenheitsperioden zu. Beides schwächt den Wald in seiner Schutzfunktion, da dieser u.a. anfälliger für Schädlinge (z.B. Borkenkäfer), Waldbrände, Windwürfe oder Schneebrüche wird und die Verjüngung erschwert wird (vgl. WSL, 2021b). Die Fichte, die häufigste Baumart im Schutzwald in St. Antönien, ist besonders empfindlich gegenüber Wärme (oder Hitzeperioden) und Trockenheit (vgl. WSL, 2017). Sowohl Windwürfe als auch Schneebrüche könnten sich durch die Zunahme von Stürmen bzw. der steigenden Temperaturen häufen (Bebi et al., 2012). Durch steigende Temperaturen könnte einerseits die Ausbreitung des Schutzwaldes in höheren Lagen gefördert werden, andererseits aber auch bestehende Ökosysteme destabilisiert werden (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2016).

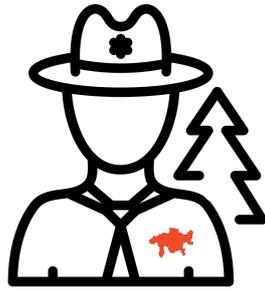
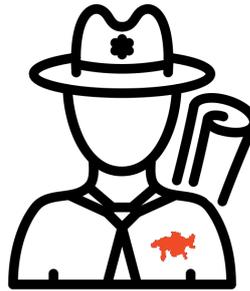
Im Hinblick auf den nachhaltigen Umgang mit Lawinen sollten laut Hardegger (2020b) alle Schutzmassnahmen auf künftige Umweltbedingungen mit extremeren Wetterverhältnissen angepasst sein (Hardegger, 2020c).

4.2.4 Stakeholder und Stakeholderinnen

Das AWN definiert Gefahrenzonen, erstellt die Gefahrenkarten und ist verantwortlich für das Erstellen von Schutzbauten (AWN, 2020a). Der Gemeindevorstand implementiert die Gefahrenzonen im kommunalen Nutzungsplan und ist massgeblich an der Bewältigung von Lawinenereignissen beteiligt. Die Bevölkerung der Gemeinde Luzein möchte einen ausreichenden Schutz vor Lawinen. Der HEV vertritt hingegen die Interessen der Hauseigentümer und -eigentümerinnen und will die Kosten für die privaten Besitzer und Besitzerinnen möglichst geringhalten. Das ARE und die GVG müssen den kommunalen Nutzungsplan absegnen, welcher die eigentümerverschreibenden Gefahrenzonen beinhaltet. Ausserdem entschädigt die GVG die Schäden nach einem Lawinenereignis (vgl.



Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Amt für Wald und Naturgefahren
Graubünden (AWN)Amt für Raumentwicklung
Graubünden (ARE)

Gemeinde Luzein



Hauseigentümergebiet (HEV)

Gebäudeversicherung Graubünden
(GVG)Institut für Schnee- und
Lawinenforschung (SLF)

Lunz et al., 2017). Die Abteilung Gefahrenprävention des BAFU unterstützt die Kantone finanziell und fachlich beim Erstellen von Gefahrengrundlagen sowie bei der Planung und Realisierung von Schutzmassnahmen (BAFU, 2020b). Das SLF stellt für Behörden und Bevölkerung Vorhersagen, Informationen und Warnungen bezüglich Lawinenereignissen zur Verfügung (SLF, 2020b).

4.3 Diskussion

4.3.1 Bedeutung der Lawinen im Laufe der Zeit

Die Naturgefahr Lawinen ist für die Gemeinde Luzein und insbesondere für das Dorf St. Antönien prägend. Nachdem die Walser das Gebiet besiedelten und grosse Flächen entwaldeten, störten sie den Schutzwald in seiner Funktion und die Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber Lawinenereignissen stieg stark an. Verschiedene Lawinenunfälle warfen die Problematik auf und seit anhin investieren die St. Antönier und St. Antönierinnen viel Zeit und Geld im Aufbau von Objektschutzbauten wie Ebenhöchs und Spaltkeile. Bewusst mieden die Menschen gefährdete Gebiete und forsteten Wälder mit Schutzfunktionen wieder auf. Ab dem 20. Jahrhundert wurde vermehrt auf bauliche Prävention im Anrissgebiet und raumplanerische Prävention gesetzt. Die grössten Lawinenschutzbauten der Schweiz entstanden 1978 auf dem Chüenihorn und werden laufend erneuert und erweitert.

Heutzutage kann wegen des effizient umgesetzten integralen Risikomanagements von einem niedrigen Restrisiko ausgegangen werden. Durch den neuen Nutzungsplan 2015 kommen einige Gebäude in der roten Zone zu liegen und werden im Schadensfall nicht komplett entschädigt. Ebenso dürfen diese Gebäude nicht erweitert oder erneuert werden, was eine grosse Einschränkung für die Besitzer und Besitzerinnen darstellt. Diese raumplanerischen Einschränkungen wirken sich somit auch auf den Schutz der historischen Walser-Siedlung aus. Die Landschaftsentwicklung ist stark vom Lawinenschutz geprägt: Die Lawinenschutzbauten am Chüenihorn können als Symbol St. Antöniens angesehen werden. Da die Instandhaltung der Lawinenschutzbauten zu 20% von der Gemeinde getragen wird, stellt der Lawinenschutz auch eine finanzielle Einschränkung für die Gemeinde Luzein und ihrer Einwohner und Einwohnerinnen dar. All das zeigt welche zentrale Bedeutung Lawinen heute noch für St. Antönien haben.

In Zukunft könnte die Relevanz der Lawinen ansteigen, wenn etwa der Schutzwald geschwächt oder die Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen erhöht wird. Während der Effekt des Klimawandels auf die Anzahl und Häufigkeit von Lawinen im Allgemeinen eher ungewiss ist, muss man mit einer Zunahme der Nassschneelawinen rechnen.

4.3.2 Herausforderungen

Von der betroffenen Bevölkerung ist Flexibilität gefragt. Sei es durch die raumplanerischen Einschränkungen als auch durch die Einschränkungen der Bewegungsfreiheit in Notsituationen. Dadurch können sich zwischen Bevölkerung und öffentlicher Verwaltung Konfliktsituationen ergeben. Risikodialog kann den Austausch zwischen Stakeholdern und Stakeholderinnen fördern und ist somit für den nachhaltigen Umgang mit Lawinen zentral. Baulicher Lawinenschutz ist durch finanzielle Mittel limitiert. Obwohl Gemeinde und Bund in die Erweiterung der Lawinenschutzbauten investieren, bleiben Schutzdefizite erhalten. Der weitere Ausbau der Lawinenschutzbauten ist kostenintensiv und kann nur mit der finanziellen Unterstützung des Bundes umgesetzt werden. Ein genügend tiefes Kosten-Nutzen-Verhältnis wird dafür vorausgesetzt.

Der Klimawandel fordert Anpassungsfähigkeit. Wie in Kapitel 4.2.3 beschrieben, sind die Auswirkungen der Klimaerwärmung komplex. Der Lawinenschutz wird durch häufigere Nassschneerutschungen, vermehrte Starkniederschläge und der Destabilisierung des Schutzwaldes vor neuen Herausforderungen stehen. Die Berücksichtigung dieser klimatologischen Veränderungen im nachhaltigen Umgang mit Naturgefahren ist deshalb unabdinglich.

4.4 Schlussfolgerungen

Die Teilanalyse Naturgefahren Lawinen zeigt auf, welche zentrale Rolle Lawinen für die Entwicklung der Gemeinde Luzein hatten und immer noch haben. Wenngleich dieser Einfluss nicht quantifiziert wurde und auf das Gebiet St. Antönien beschränkt wurde, kann ausgesagt werden, dass die Lawinengefahr die soziale und landschaftliche Entwicklung stark mitgeprägt hat. Die charakteristischen Ebenhöchs und die eindrücklichen Lawinenschutzbauten sind Symbole für diese historische Rolle der Lawinen in St. Antönien.

Das IRM konnte den Schutz erweitern, schafft jedoch auch neue Konflikte im Umgang mit Lawinen. Die baulichen Einschränkungen in den roten Zonen und die Beschränkungen in Notsituationen zeigen die Komplexität des Lawinenschutzes auf und erfordern von der Bevölkerung und der öffentlichen Hand neue partizipative Ansätze wie den Risikodialog. Die Folgen des Klimawandels stellen den Lawinenschutz vor zusätzlichen Herausforderungen. Aber auch neue und innovative Ideen, wie der Bau eines Solarkraftwerks an den Lawinenverbauungen am Chüenihorn stehen am Start und könnten einen Beitrag zu Lösungsfindungen leisten. Abschliessend kann gesagt werden, dass für den nachhaltigen Umgang mit Lawinen in Luzein sowohl Soziales, Finanzielles als auch Ökologisches berücksichtigt werden muss, um die neuen Herausforderungen zu meistern.

5 Biodiversität und ökologische Infrastruktur

5.1 Einleitung

Rund 60% der 24 weltweit evaluierten Ökosysteme sind degradiert (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). In der Schweiz wird geschätzt, dass ein Drittel der Tier-, Pflanzen- und Pilzarten sowie die Hälfte der Lebensräume gefährdet sind. Dabei besteht die Gefahr, dass sowohl die Arten als auch die genetische Vielfalt einen grossen Verlust erfahren. Die Biodiversität bildet mit ihren Ökosystemleistungen die Grundlage unseres Lebens, wobei deren Erhalt und Förderung für uns lebensnotwendig ist. In den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, Soziales, Ökonomisches und Ökologisches, nimmt sie einen wichtigen Stellenwert ein (vgl. BAFU, 2012; Hooper et al., 2005).

Die Studierenden der Teilanalyse Biodiversität und ökologische Infrastruktur haben sich mit folgender Hauptfragestellung auseinandergesetzt: *Welche Bedeutung hat eine ökologische Infrastruktur für die Gemeinde Luzein und welche Herausforderungen ergeben sich für die Biodiversität?* Zusätzlich wurden Teilaspekte speziell zu Stakeholder und Stakeholderinnen, der massgebenden gesetzlichen Grundlagen und Konzepte, den Auswirkungen des Klimawandels, den grundlegenden Definitionen von Biodiversität, Ökologische Infrastruktur und Resilienz, der Flächennutzung in der Gemeinde, dem Natur-, Landschafts- und Artenschutz sowie dem Vorkommen von Neobiota einbezogen. Eine ausführliche Erörterung der Lage in der Gemeinde Luzein wurde basierend auf einer Literaturrecherche und durch das Befragen von Experten und Expertinnen durchgeführt (vgl. UPL ETH Zürich, 2020a).

5.2 Resultate

5.2.1 Lage in Luzein und Begrifflichkeiten

Die Gemeinde Luzein umfasst knapp 84 km² mit einem Höhenprofil von 690 bis 2826 m.ü.M. auf dem Madrisahorn. Rund die Hälfte der Gesamtfläche wird durch die Land- und Alpwirtschaft genutzt. Es wird hauptsächlich Viehwirtschaft und kaum Ackerbau betrieben. Die für den Ackerbau benötigte intensive Bewässerung und der Pestizideinsatz sind problematisch für die Biodiversität. Ein Pestizideinsatz und eine intensive Bewässerung sind in der Gemeinde daher weniger problematisch als in anderen Regionen der Schweiz (vgl. Martin, Jöhl, & Senn, 2017; UPL ETH Zürich, 2020g). Nachfolgend werden drei wichtige Begriffe eingeführt, die grundlegend für das Verständnis der Biodiversität sind:

Biodiversität: Biodiversität beschreibt die Vielfalt der biologischen Spezies, die genetische Variabilität der Individuen innerhalb einer Spezies und die Vielzahl unterschiedlicher Lebensräume in einem bestimmten Gebiet (vgl. Hooper et al., 2005).

Ökologische Infrastruktur: Die ökologische Infrastruktur beinhaltet die gesamten gebauten oder natürlichen physischen Rahmenbedingungen, die für den Erhalt der Biodiversität oder das Gedeihen bestimmter Arten in einem Gebiet notwendig sind. Dies umfasst auch gut vernetzte Schutzzonen, die den genetischen Austausch sicherstellen sowie den langfristigen Erhalt und Wiederaufbau gefährdeter Lebensräume (vgl. Seidl et al., 2012).

Resilienz: Die Resilienz eines Ökosystems beschreibt die Menge externer Einflüsse, die das System verarbeiten kann, ohne sich längerfristig (drastisch) zu verändern. Sie beinhaltet auch die Fähigkeit eines Systems, seinen Grundzustand trotz störender Faktoren aufrecht zu erhalten (vgl. Brand & Jax, 2007).

5.2.2 Rechtliche Grundlagen

Der Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen wird durch die Art. 2 Abs. 4 und Art. 74 BV dem Bund und Kanton zugeschrieben. Sie müssen diese vor schädlichen Einwirkungen schützen und auf deren nachhaltige Nutzung achten, um sie für künftige Generationen zu bewahren. Zudem bestimmt die BV (Bundesverfassung) auch den Erlass des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG), welches die Förderung der biologischen Vielfalt und die nachhaltige Nutzung deren Bestandteile in Art. 1 Abs. 1 lit dbis NHG als verbindliches Ziel erklärt. Weiterführend spannt sich die rechtliche Grundlage von der BV und Bundesstrategien über kantonale Gesetze und Verordnungen bis hin zu Vernetzungskonzepten in den Gemeinden. In der Trockenwiesen-, Flachmoor- und Hochmoorverordnung sind sehr genaue Anweisungen festgehalten, wie diese Biotope geschützt werden müssen. Diese werden mit Vollzugshilfen des BAFU's unterstützt, um die Möglichkeiten auf regionaler Ebene möglichst effektiv auszunutzen. Anhand der Verordnungen werden weiterführend die Konzepte in Strategien und Aktionsplänen festgehalten. Diese definieren und thematisieren unter anderem die Erweiterung der landesweiten ökologischen Infrastruktur, die Rückzonungen zur Förderung der Biodiversität und die Förderung von Vernetzungsprojekten wie auch die Aufklärung der Bevölkerung als Ziel. Die Umsetzung liegt hier vor allem auf kantonaler und kommunaler Ebene (vgl. Aktionsplan des Bundesrates, 2017).

5.2.3 Lebensräume und Artenvielfalt

Verschiedene Lebensräume definieren miteinander das Erscheinungsbild der Biodiversität und bilden dabei die Grundlage der Artenvielfalt (Hooper et al., 2005). Die Alpen nehmen rund zwei Drittel der schweizerischen Landesfläche ein und bieten Platz für den grössten Teil der Biotope von nationaler Bedeutung (Lauber et al., 2014). Aufgrund der unterschiedlichsten Umweltbedingungen ist der alpine Lebensraum sehr artenreich (Priewasser, Burga, &

Schmidt, 2008). Er wird durch den Menschen genutzt und kann in drei Ebenen aufgeteilt werden: Wiesen/Weiden, Moore und Wald. Dabei nimmt die Produktivität aller Flächen mit zunehmender Höhe ab (Boesch, 1992). In Abbildung 5.1 sind die Moore und Trockenwiesen/-weiden, welche ein Teil der wichtigsten terrestrischen Lebensräume in der Gemeinde Luzein sind, dargestellt.

Für die Landwirtschaft befinden sich zuunterst die Dauersiedlungen, gefolgt von den Maiensässen und zuoberst der Alp. Unter der Waldgrenze liegen Wiesen, welche zum Futterbau genutzt werden, oberhalb der Waldgrenze befinden sich die Alpweiden, wo die Tiere im Sömmerebetrieb grasen. Diese ursprüngliche Stufenbewirtschaftung ist nur noch teilweise in der heutigen Be-

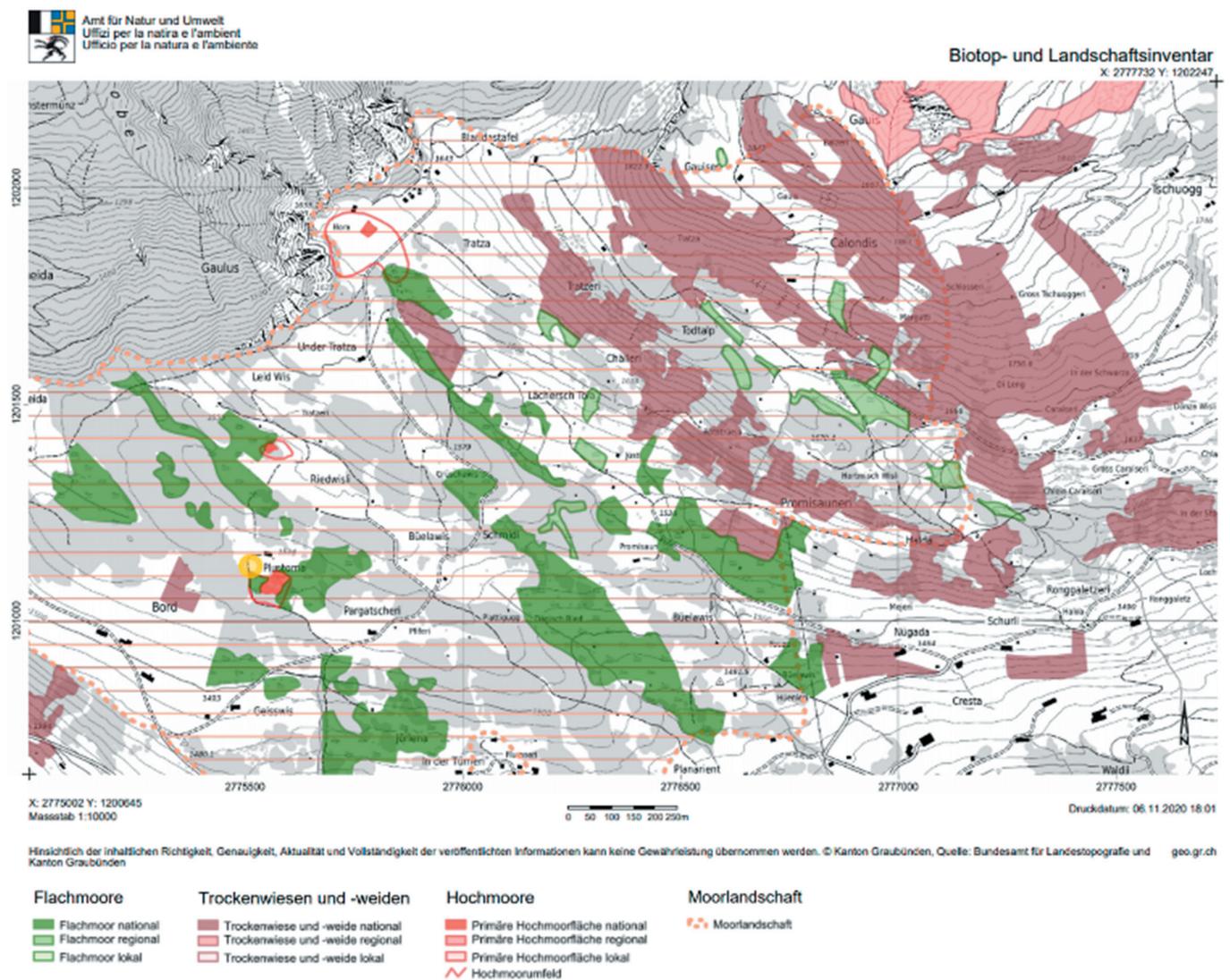


Abbildung 5.1
Biotop- und Landschaftsinventar der Gemeinde Luzein (ANU, 2021a).

wirtschaftungsform vorhanden (siehe auch 7.2.3 Landwirtschaft und 8.2.1 Frühe Entstehungsgeschichte der Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft Luzeins). Die Fläche der Alp wurde in der Vergangenheit durch Abholzung künstlich vergrössert, sodass die Waldgrenze oft tiefer liegt, als es ohne anthropogenen Einfluss der Fall wäre (vgl. Bätzing, 1997).

Wiesen und Weiden

Die Wiesen und Weiden lassen sich in Mager-, Fett- und Trockenwiesen/-weiden einteilen. Trockenwiesen sind ähnlich den Magerwiesen, wobei sie sich nur durch ein vorherrschend trockeneres Klima unterscheiden. Fettwiesen sind grundlegend verschieden, meist nährstoffreicher durch die teilweise Düngung. Sie würden sich zu einem anderen Ökosystem entwickeln, wenn man sie nicht nutzt. Sie sind in Tabelle 5.1 in einem Vergleich den Trockenwiesen gegenübergestellt (vgl. Gubser et al., 2010).

Moore

In der Gemeinde Luzein machen die Moorlandschaften einen grossen Teil der Biodiversität aus. Dies zeigt sich in der Moorlandschaft Tratza/Pany, welche als national bedeutende Moorlandschaft ausgewiesen ist. Moorfreie Flächen werden ebenfalls geschützt, sofern sie im direkten Austausch mit dem Moor stehen.

Im Falle der Moorlandschaft von Tratza/Pany beläuft sich das Schutzgebiet auf 258.94 Hektaren (vgl. BAFU, 2017a).

Der Moorschutz basiert auf der eidgenössischen Volksinitiative, der Rothenthurm-Initiative, die 1987 verlangte, Moore von ausgesprochener Schönheit und nationaler Bedeutung durch die Bundesverfassung zu schützen. In Art. 78 Abs. 2 BV und Art. 23b Abs. 2 NHG sind die Grundlagen zum Schutz der Moore festgelegt. Die Moorlandschafts-, Hochmoor- und Flachmoorverordnungen geben die genaueren Richtlinien vor (vgl. BUWAL, 2002).

Charakteristisch für Moore ist der wassergesättigte, nähr- und sauerstoffarme Boden. Diese Bedingungen bieten die Grundlage für spezialisierte Pflanzenarten, welche dort gedeihen können. Die Zersetzung von organischen Resten wird beschränkt und lagert sich in Form von Torf an. Torf wird auf natürliche Weise nicht abgebaut und dient dem Moor und der Atmosphäre als CO₂-Speicher. Es wird zwischen den zwei Arten der Moore, Hoch- und Flachmoor, unterschieden, wobei der Unterschied in der Wasserversorgung des Moors liegt (vgl. Fischer et al., 2015). In Tabelle 5.2 sind die beiden Moorarten, welche man auch in Luzein vorfindet, gegenübergestellt.

Tabelle 5.1
Vergleich der Fettwiesen/-weiden mit den Trockenwiesen/-weiden (basierend auf Martin et al., 2017).

	Fettwiesen/-weiden	Trockenwiesen/-weiden
Situation in Luzein	In den unteren Regionen der Gemeinde angesiedelt, und machen einen grossen Teil der bewirtschafteten Flächen aus.	Befinden sich oft an schwer zu bewirtschaftenden Südhängen.
Artenvielfalt	Meistens weniger Pflanzenarten, eine oder wenige Arten dominieren (Yang, Van Ruijven, & Du, 2011).	Eines der artenreichsten Biotope Europas, aus vielen verschiedenen, den Umständen angepassten Arten zusammengesetzt.
Bewirtschaftung/ Nutzung	Intensiv genutzt, gedüngt, mehrmals im Jahr geschnitten.	Extensiv genutzt, nicht gedüngt, nur einmal im Jahr geschnitten.
Nährstoffe	Hoher Stickstoff- und Phosphorgehalt	Niedriger Stickstoff- und Phosphorgehalt
Gefährdung	Nicht gefährdet.	Stark gefährdet; erfordert extensive Bewirtschaftung zum Erhalt (Gubser et al., 2010).
Schutz	Nicht geschützt.	Biotope werden durch das Inventar des Bundes verzeichnet (19 von nationaler Bedeutung (Art. 2 Abs. 1 Twv, Stand 2017)) und müssen geschützt werden. Die Umsetzung (Schutz vor Überwucherung und gleichmässiges Verteilen des Weideviehs bei erosionsgefährdeten Flächen) liegt bei den Kantonen.
Einfluss durch den Klimawandel	Ist unklar, hängt von der dominierenden Pflanzenart ab.	Da viele vorkommende Arten (bereits) gut an Trockenheit angepasst sind, verkraften sie einen Temperaturanstieg besser als andere Biotope.

Tabelle 5.2

Vergleich der Hochmoore und Flachmoore (basierend auf BUWAL, 2002; Jöhl, Martin, & Senn, 2016).

	Hochmoore	Flachmoore
Wassereintrag	Speisung über Niederschlag, vom Grundwasser abgeschnitten.	Speisung über Oberflächenzuflüsse oder Grundwasser.
Nährstoffgehalt	Nur sehr geringer Eintrag über den Niederschlag, zusätzlich hoher Austrag, extrem nährstoffarm und sauer.	Geringer Eintrag über das Grundwasser oder den Oberflächenzufluss, nährstoffarm.
Vegetation	Viele Torfmoose aufgrund des niedrigen PHs.	Sind sehr divers bewachsen mit Schilfröhricht, Grossseggenriede und Moorwiesen.
Nutzen für die Biodiversität	Beinhaltet zahlreiche Kleinlebensräume und einige bedrohte Arten.	Beinhaltet wichtige Brutgebiete für Vögel, Nahrungsgrundlage für Insekten und viele bedrohte Arten.
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Trockenlegung • Torfabbau • Erhöhter Nährstoffeintrag durch Landwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Trockenlegung • Verhinderung des Wasserzuflusses • Erhöhter Nährstoffeintrag durch Landwirtschaft
Massnahmen zum Erhalt	Schutzmassnahmen: Schutz vor Beweidung, Nährstoffeintrag, Verbuschung, Entwässerung und Umzäunung zum Schutz vor Trittschäden	Extensive Bewirtschaftung: angepasste Nutzung, Ausscheidung von Pufferzonen und Schutzmassnahmen: Schutz vor Verbuschung, Entwässerung und Düngung
Einfluss durch den Klimawandel	Schweizweit grosse Schwierigkeiten durch vermehrte Trockenperioden, die den Wasserhaushalt stören können (Bergamini et al., 2019).	

Wald

Ein weiterer wichtiger Lebensraum ist der Wald. Auf Bundesebene wird durch die Waldpolitik 2020 die Stossrichtung zur Entwicklung des Waldes vorgegeben. Dabei will er die Grundlagen für eine nachhaltige, effiziente und innovative Waldbewirtschaftung legen sowie eine strategische Ausrichtung und Rahmenbedingungen durch elf Ziele festsetzen. Als Grundlage gilt dabei das Waldgesetz (WaG) und die Verordnung über den Wald (WaV). Er gilt als eines der artenreichsten Biotope und beherbergt mehr als die Hälfte der national prioritären Arten, welche als bedroht gelten und für deren Erhalt dringender Handlungsbedarf besteht. Der Biodiversitätsverlust ist im bestehenden Wald jedoch nicht so gross wie in anderen Bereichen, da sich der Lebensraum nicht zurückentwickelte. Im Gegenteil hat sich in den letzten 50 Jahren der Wald in Luzern aufgrund der mangelnden Bewirtschaftung von vielen halboffenen Wäldern vergrössert, was sich auf wärme- und lichtliebende Arten stark negativ auswirkt (vgl. Imesch, Stadler, Bolliger, & Schneider, 2015; Martin et al., 2017).

Artenvielfalt

Neben den vorhandenen Lebensräumen zählt auch die Artenvielfalt zur Biodiversität. Eine ausgeprägte Artenvielfalt indiziert dabei eine hohe Biodiversität (BAFU, 2012). Die Gefährdung einzelner Arten oder Lebensräume ist auf der Roten Liste ersichtlich. Darin werden sie in neun Gefährdungskategorien eingeteilt (siehe Abbildung 5.2). Die Rote Liste wird international, national und regional geführt und dient dem Gesetzgeber als Grundlage für das Handeln im Arten- und Naturschutz. In der Schweiz geschieht das durch Fachpersonen des BAFU's basierend auf den Kriterien der International Union For Conservation of Nature (IUCN). Gemäss Art. 14 Abs. 3 lit. d NHV bestimmen die Arten auf der Roten Liste ob ein Biotop schützenswert ist oder nicht (vgl. Cordillot & Klaus, 2011).



Abbildung 5.2
Die neun Gefährdungskategorien der IUCN (Wikipedia.org, 2020).

Innerhalb eines Biotops werden Ziel- und Leitarten definiert, welche als Indikatoren verwendet werden. Zielarten sind meist Arten auf der Roten Liste. Für den Erhalt dieser Biotope trägt die Bevölkerung eine wichtige Verantwortung. Ziel ist es, diese zu fördern und zu erhalten. Bei den Leitarten befinden sich Pflanzen- oder Tierarten, welche eng an den Biotoptyp gebunden und für ihn charakteristisch sind. Leitarten kommen häufig und regelmässig im Biotop vor, sind meist auffällig, leicht zu erkennen und man weiss, wie man sie fördern oder schützen kann. Durch die Evaluierung der Leitarten kann ein qualitativ hochwertiger Lebensraum angezeigt werden, wo auch gute Bedingungen für andere Arten herrschen (vgl. Pfiffner & Graf, 2010).

Der alpine Raum ist allgemein bekannt als Biodiversitätshotspot. Die darin lebenden Arten sind meist darauf spezialisiert und dadurch auf ihren Lebensraum stark limitiert. Dies erhöht ihr Aussterberisiko bei der Störung ihres Lebensraums. Luzein bietet entsprechend diverse Lebensräume für viele gefährdete Arten, darunter einigen Leit- und Zielarten (vgl. Fischer et al., 2015; Mar-

tin et al., 2017). Für die Artenvielfalt sind äussere Einwirkungen durch die Landwirtschaft und den Klimawandel bedrohlich. Durch die Landwirtschaft sind bodenbrütende Vögel wie das Braunkehlchen betroffen, da hochgelegene Fettwiesen ein wichtiges Habitat für sie darstellen. Mit vorgegeben Schnittterminen der Grünflächen kann dem entgegengewirkt werden. Spätere Schnitttermine sind in der Gemeinde Luzein vertraglich festgelegt und die Bauern und Bäuerinnen werden mit Direktzahlungen entschädigt. Auch der Wiedehopf, eine sehr selten gewordene, bedrohte Zielart, ist unter anderem noch in Luzein zu finden (vgl. Martin et al., 2017; Sartori & Müller, 2020; Schweizerische Vogelwarte, 2020).

Insekten übernehmen eine essenzielle Rolle, denn sie dienen der Bestäubung von Wild- und Nutzpflanzen, kontrollieren Schädlinge und sind eine wichtige Nahrungsquelle für andere Tiere. In den letzten Jahren konnte man einen grossflächigen Rückgang beobachten. Die Gefahr entsteht hier auch durch den Verlust der Lebensräume und die intensive Nutzung der Flächen. Da sich in Luzein wichtige Zielarten befinden, wie das Braunkehlchen, der Wiedehopf, der Schmetterlingshaft oder auch Paradieslilien, werden sie im Rahmen von Vernetzungsprojekten (siehe 5.2.4 Projekte und deren Umsetzung) gefördert (vgl. Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2019; Martin et al., 2017).

Neobiota

Zusätzlich zu den einheimischen Arten finden sich auch immer wieder nichteinheimische oder gebietsfremde Arten in einer Region. Diese wurden eingeführt oder unabsichtlich eingeschleppt. Man bezeichnet solche Arten als Neobiota. Neobiota, welche sich aufgrund von fehlenden natürlichen Feinden oder Krankheiten stark ausbreiten und gar einheimische Arten verdrängen, bezeichnet man als invasiv. Die biologische Vielfalt kann durch diese invasiven Arten gefährdet werden (vgl. Kowarik & Rabitsch, 2010; Schwarz et al., 2016).

Gebietsfremde Pflanzen oder auch Neophyten werden durch Info Flora, eine Stiftung, welche ein nationales Informations- und Datenzentrum zur Schweizer Flora im Namen des BAFU's betreibt, im Neopyten-Feldbuch gesammelt (Info Flora, 2020). Das drüsige Springkraut oder auch der japanische Staudenknöterich sind in Luzein verbreitet. Diese verdrängen heimische Pflanzen durch ihre schnelle Ausbreitung und sterben im Herbst grossflächig ab, was zu erosionsgefährdeten Böschungen führen kann (Eichenberger Revital SA, 2018). Invasive Tiere und Lupinen, die vielerorts problematisch sind, stellen in Luzein zurzeit kein Problem dar, könnten aber mit dem Klimawandel stärker in den Vordergrund rücken (UPL ETH Zürich, 2020g).

5.2.4 Projekte und deren Umsetzung

In Luzein werden die gesetzlichen Vorgaben in den nachfolgenden Vernetzungsprojekten umgesetzt: Das Vernetzungsprojekt Schiers/Luzein, das Vernetzungsprojekt St. Antönien, das Landschaftsqualitätsprojekt Prättigau und das Beweidungskonzept Alp Valpun und Allmenden Pany. Bei den Projekten wird auf den Schutz der Artenvielfalt und den Erhalt der wertvollen Biotope geachtet (Martin, Senn, Jöhl, Müller, & Sartor, 2016). Gemäss Art. 14 DZV sind zum Beispiel alle Landwirtschaftsbetriebe verpflichtet, 3.5% ihrer Fläche den Biodiversitätsförderflächen (BFF) und insgesamt 7% weiterem ökologischen Ausgleich zu widmen. Die BFF dienen als ökologisch nachhaltige Flächen, welche auf spezifische Ziel- und Leitarten ausgerichtet sind (ANU, 2016).

5.2.5 Auswirkung des Klimawandels und Herausforderungen

Die grösste Gefahr liegt im Anstieg der mittleren Temperatur und der zunehmenden Trockenheit, welche einen grossen Einfluss auf Organismen in nassen und feuchten Lebensräumen birgt. Weitere Bedingungen, die durch den Klimawandel verändert werden, sind Fröste, die Änderung des Niederschlagsregimes, die Reduktion

der Schneedecke, das Auftauen des Permafrosts, sowie Hochwasser und Waldbrand (vgl. ANU, 2015c).

Ob sich der Klimawandel positiv oder negativ auf einen Organismus auswirkt, hängt von verschiedenen Eigenschaften aufseiten des Organismus und der Geschwindigkeit der Veränderung ab. Für die einzelnen Organismen kann dies sowohl eine Chance als auch ein Risiko darstellen. Zwei Beispiele hierzu sind in der Tabelle 5.3 vermerkt.

Mit dem Klimawandel gehen gleichzeitig der Verlust von ökologischen Nischen und Lebensräumen aber auch die Bildung neuer Lebensräume für andere Organismen einher (ANU, 2015c). Die genetische Vielfalt nimmt durch das Verschwinden der Lebensräume, der Arten und Populationen ab (Rixen et al., 2013). Der Klimawandel wirkt sich auf Luzein negativ aus, da insbesondere die alpinen Lebensräume verloren gehen und die hochspezialisierten Lebewesen durch ihren abnehmenden Konkurrenzvorteil stark bedroht werden (Hartmann, 2020a).

Tabelle 5.3
Beispiele für Chancen und Risiken anhand der Erwärmung und Schneedecke (basierend auf ANU, 2015c).

Veränderung	Risiko	Chance
Erwärmung und Rückgang des Frosts	Die Erwärmung und der Rückgang des Frosts sind ein Risiko für Organismen, welche sich auf die Alpen spezialisiert haben und bis jetzt einen Konkurrenzvorteil hatten.	Die Erwärmung und der Rückgang des Frosts sind eine Chance für wärmeliebende Organismen, welche sich dann auch in anderen und für sie neuen Gebieten weiterverbreiten können.
	Die Erwärmung und der Rückgang des Frosts sind ein Risiko für die Wälder, da Schädlinge von milden Wintern profitieren.	
Rückgang der Schneedecke	Der Rückgang der Schneedecke ist ein Risiko für Pflanzen, für welche ein isolierender Kälteschutz im Winter überlebenswichtig ist.	Der Rückgang der Schneedecke ist eine Chance für die Bäume, welche unter der Schneelast zusammengebrochen wären.
		Der Rückgang der Schneedecke ist eine Chance für grosse Säugetiere, für welche die Fortbewegung im tiefen Schnee viel Energie kostete.

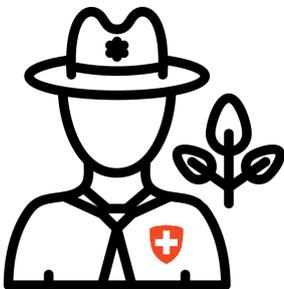
5.2.1 Stakeholder und Stakeholderinnen

Die Stakeholder und Stakeholderinnen sind auf verschiedenen Ebenen involviert. Sie sind Teil des Bundes, Kantons und der Gemeinde. Es schliesst auch Verbände mit ein, welche verschiedene Gruppen und Interessen vertreten. Auf Bundesebene sind die stark involvierten Ämter namentlich die Bundesämter für Umwelt (BAFU) und für Landwirtschaft (BLW). Im Bereich der Biodiversität verfolgen beide eine ähnliche Agenda. Ziel sind die Kommunikation und Mitgestaltung der politischen Rahmenbedingungen zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität. Das BAFU ist dabei federführend beim Vollzug und der Beratung der Kantone in Umweltfragen. Das BLW fördert auf der Basis des Landwirtschaftsgesetzes (LwG) eine nachhaltige, umweltfreundlichere und innovative Landwirtschaft und gilt die gemeinwirtschaftlichen und ökologischen Leistungen der Landwirtschaft mit Direktzahlungen ab (vgl. BAFU, 2021b; BLW, 2021).

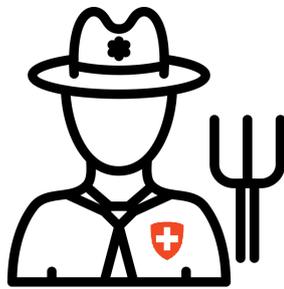
Der Vollzug, die Umsetzung der Massnahmen und die Einhaltung der gesetzlichen Richtlinien liegt hauptsächlich bei den kantonalen Ämtern. Das Amt für Natur und Umwelt (ANU) fördert im Rahmen von Vernetzungs- und Artenschutzprojekten den Erhalt der einheimischen Biodiversität. Das Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) setzt sich explizit für den Biototyp Wald ein und

strebt den Erhalt des Waldes in Quantität und Qualität sowie die Gewährleistung aller verschiedener Waldfunktionen an. Auch die Gemeinde Luzein hat ein Interesse am Erhalt der Biodiversität, denn sie möchte die Attraktivität der Wohngemeinde und Touristendestination im Einklang mit der Natur erhalten und fördern (vgl. ANU, 2021b; AWN, 2021c; Gemeinde Luzein, 2021c).

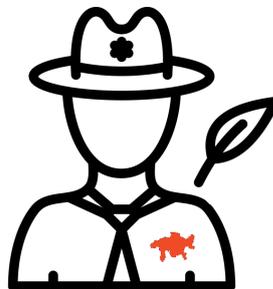
Auch Verbände und übergeordnete strukturelle Organisationen vertreten die jeweiligen Interessen von Gruppen. Pro Natura ist einer von vielen Verbänden, der sich für den Naturschutz einsetzt und so die wehr- und stimmlose Natur als ihre Anwältin vertritt. Sie möchte die Biodiversität und ökologische Infrastruktur im Kanton Graubünden erhalten und fördern. Auf der Ebene des politischen, praktischen Naturschutzes, der Umweltbildung und Kommunikation kämpft sie gegen den Rückgang und die Übernutzung der Natur. Die Prättigau Tourismus GmbH ist die Vertretung der Tourismusdienstleistenden und fördert den Tourismus in der Region insbesondere durch die Vermarktung der regionalen Angebote. In Bereich der Landwirtschaft wirkt der Bündner Bauernverband (BBV), welcher die Interessen der Landwirte und Landwirtinnen auch auf politischer Ebene vertritt und eine nachhaltige, innovative und moderne Landwirtschaft fördert (vgl. BBV, 2021b; Prättigau-Tourismus, 2021; Pro Natura Graubünden, 2021a).



Bundesamt für Umwelt (BAFU)



Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)



Amt für Natur und Umwelt
Graubünden (ANU)



Amt für Wald und Naturgefahren
Graubünden (AWN)



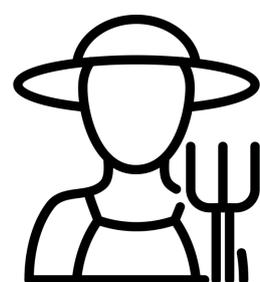
Gemeindevorstand Luzein



Pro Natura



Prättigau Tourismus GmbH



Bündner Bauernverband (BBV)

5.3 Diskussion

5.3.1 Bedeutung der ökologischen Infrastruktur

Die rechtlichen Bedingungen und Strategien werden im grössten Teil vom Bund zum Schutz der Umwelt aufgestellt. Das Vorgehen wird durch kantonale und kommunale Richtlinien und Vernetzungsprojekte konkretisiert. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei die Aufklärung der Bevölkerung zum nachhaltigen Umgang. Dies geschieht scheinbar kaum, denn die Eigenverantwortung und das Wissen in der Bevölkerung sind nur begrenzt vorhanden. In der Landwirtschaft wird die Förderung mit Direktzahlungen gelöst und so für Landwirte und Landwirtinnen ein Anreiz geschaffen. Diese möchten jedoch eine grössere Freiheit bei der Umsetzung, was einem oft nur durch Direktzahlung gewährleisteten Antrieb gegenübersteht. Die direkte Verbesserung der Biodiversität wird kaum gefördert, oft behandeln die Projekte nur die Verlangsamung des Biodiversitätsverlusts und werden spärlich kontrolliert. Zusätzlich kann sich durch unspezifische Ziele eine Umsetzung als problematisch herausstellen, da diese den eigenen Vorstellungen und Präferenzen angepasst werden kann. Die Förderung der Biodiversität läuft in diesen Fällen sehr langsam ab.

Die Projekte, die Luzein betreffen, sind mehrheitlich aufgrund der Bestimmungen zu den Direktzahlungen entstanden. Der Fokus liegt hier auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen, bei privatwirtschaftlichen Flächen ist man auf eine Kooperation der Landbesitzer und -besitzerinnen angewiesen, was als problematisch eingestuft wird. Zusätzlich ist eine Koordination zwischen den Projekten schwierig, da sie nur in Teilen der Gemeinde greifen, wie die unabhängige Umsetzung von zwei Vernetzungsprojekten direkt in der Gemeinde und einem Landschaftsqualitätsprojekt für das gesamte Prättigau zeigen. Herausforderungen stellen auch die von den Projekten umgesetzte Melioration dar. In Luzein ist man bemüht die Biodiversität und ökologische Infrastruktur zu fördern, geht jedoch nicht über nationale und kantonale Mindestanforderungen hinaus.

5.3.2 Herausforderungen

Die Landwirtschaft in Luzein ist aufgrund ihrer Lage verhältnismässig ökologisch, da das Gebiet nicht für eine intensive Nutzung geeignet ist. Die Landwirte und Landwirtinnen sind auf die Direktzahlungen angewiesen, welche durch ökologische und nachhaltige Bewirtschaftung vergütet werden. Dies ist wichtig, um die Lebensräume für viele Arten auf der Roten Liste zu erhalten und zu fördern. Ein Beispiel solcher Massnahmen sind geregelte Schnitttermine, um Bodenbrüter zu schützen. Die vorhandene ökologische Infrastruktur Luzeins hat das Potential, viele Zielarten in ihrem Gebiet zu erhalten und zu fördern. Invasive Neobiota können in Zukunft verstärkt problematisch werden, wenn diese einheimische Pflanzen verdrängen.

Der Verlust von Lebensräumen gefährdet die Vernetzung von einzelnen Gebieten und wird durch die Vernetzungsprojekte gefördert, was durch die Auswirkungen des Klimawandels immer wichtiger wird. Wie sich der Klimawandel auf die Gemeinde konkret auswirkt, ist unklar und durch die Literatur nicht eindeutig. Man geht davon aus, dass das Gebiet von anderen Arten (auch invasiven) mitbesiedelt wird, ehemals konkurrenzfähige Arten verschwinden und eine Veränderung der Waldgrenze stattfindet. Im Allgemeinen kann man davon ausgehen, dass ein Biodiversitätsverlust stattfinden wird.

Von biodiversitätsfördernden Massnahmen profitieren sehr viele Stakeholder und Stakeholderinnen, denn die meisten sind von den Ökosystemleistungen abhängig. Viele finden es eine «gute Sache», aber wenige fühlen sich dafür verantwortlich. Die Dringlichkeit einer ausgedehnten Zusammenarbeit zwischen Politik, Privatpersonen und NGO's wird nicht erkannt. Oft stellt sich die Frage wer für die Massnahmen die Kosten tragen sollte. Zurzeit wird das meiste durch die gesamte Bevölkerung mittels Bundesbeiträge finanziert. Im Falle der Landwirtschaft werden Direktzahlungen vergütet, um die Biodiversität zu fördern. Dies kommt ihnen doppelt zugute, da sie finanziell unterstützt werden und ihr Ertrag durch die hohe Biodiversität positiv beeinflusst werden kann.

5.4 Schlussfolgerungen

Die Ungewissheit, wie der Klimawandel die Biodiversität in Luzein genau beeinflusst, ist eine grosse Problematik. Man kann nur annehmen, was in Zukunft geschehen wird. Man kann aber gewisse Szenarien, welche schon in anderen Regionen der Schweiz zu beobachten sind, als Grundlage nutzen, um die Biodiversität zu stärken und für die Zukunft zu sorgen. Wichtig dabei ist einerseits die Aufklärung und Förderung der öffentlichen Arbeit für die Bevölkerung, denn jeder kann etwas für den Erhalt der Biodiversität tun. Andererseits sind auch die Vernetzung und der Schutz von Biotopen von Bedeutung. Die bestehenden Konzepte sind mit Bestimmtheit weiterzuführen und in gewissen Bereichen zu präzisieren und vermehrt zu kontrollieren, um eine bessere Zielerreichung zu gewährleisten.

Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Landwirten und Landwirtinnen, der Bevölkerung, den Privatlandbesitzern und -besitzerinnen und der Politik sind unablässig, um den Erhalt der Biodiversität sowie der bedrohten und heimischen Ziel- und Leitarten zu gewährleisten. Die Ökosystemleistungen sind die Basis der Lebensgrundlage der Menschen. Sie decken unsere Bedürfnisse in verschiedenen Aspekten. Der Verlust der Ökosysteme durch den Klimawandel oder das direkte menschliche Einwirken auf spezifische Gebiete betrifft uns somit alle. Der Schutz und Erhalt dieser Ökosysteme mit ihren Leistungen sind für uns lebensnotwendig.

6 Ressource Wasser

6.1 Einleitung

Ein nachhaltiger Umgang mit der Ressource Wasser ist von zunehmender Wichtigkeit (BAFU, 2021c). Die von den Studierenden der Teilanalyse Ressource Wasser bearbeitete Fragestellung lautet: *Welche Bedeutung haben die Wasserressourcen und -infrastrukturen in der Gemeinde Luzein und welche Herausforderungen ergeben sich daraus?*

Die Wasserressourcen ergeben sich aus den Gewässern und Grundwasservorkommnissen der Region. Sie werden durch den Niederschlag gespeist. Gewässer werden sowohl gesellschaftlich als auch wirtschaftlich genutzt. Infrastrukturen wie Wasserkraftwerke, Trinkwasserversorgungs- und Abwasserreinigungsanlagen dienen den Menschen, aber beeinflussen gleichzeitig die Quantität und Qualität der Ressource. Mit dem Klimawandel ist eine Veränderung dieser Ressource anzunehmen. Im Folgenden werden die Wasserressourcen und ihre Nutzungen aufgeführt, deren Qualität betrachtet und zukünftige Herausforderungen aufgrund des Klimawandels besprochen.

6.2 Resultate

6.2.1 Wasserressourcen

Die Wasserführung und das Abflussregime der Schweiz sind von natürlichen Faktoren wie der Witterung oder Vergletscherung abhängig (BAFU, 2018b). Die Wasserressource einer Region beschreibt das Vorkommen, die Verfügbarkeit und Verteilung von Wasser innerhalb des Gebiets. Es umfasst Angaben zu Fließgewässern und Seen, Niederschlag sowie Grundwasser und Quellgebieten. Im Folgenden werden die Wasserressourcen der Gemeinde Luzein aufgeführt und besprochen.

Fließgewässer und Seen

In der Gemeinde Luzein prägen die Gesellschaft und die Wirtschaft die Ressource Wasser und dessen Nutzung. Gewässer dienen zur Erholung, als Nahrungs- oder Energiequelle und als Lebensraum (Hettich, 2010). Zu den Fließgewässern der Gemeinde gehören die Landquart und der Schanielabach. Der Schanielabach hat einen durchschnittlichen Abfluss von 2.5 bis 5 m³/s und mündet in die Landquart (Swisstopo, 2020a). Die Landquart besitzt einen Abfluss von 10 bis 25 m³/s. Die Schwankungen werden durch den Schneefall im Winter und die Schneeschmelze im Frühjahr ausgelöst.

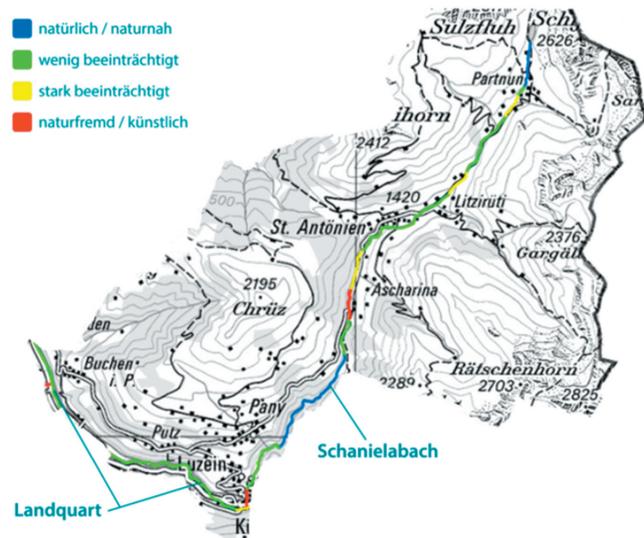


Abbildung 6.1
Zustand der grösseren Fließgewässer in Luzein (Luther, Meyer, Lebender, Koradi, & Seeholzer, 2020, S. 15).

Den ökomorphologischen Zustand der Fließgewässer beurteilt das Amt für Natur und Umwelt (ANU) (siehe Abbildung 6.1) grösstenteils als naturnah oder wenig beeinträchtigt. Nach Hartmann (UPL ETH Zürich, 2020g) sei der ökomorphologische Zustand des Schanielabachs jedoch zu bemängeln. Gründe sind starke Verbauungen, wie das Wasserkraftwerk des Schanielabachs bei St. Antonien und seine Mündung in die Landquart. Im Moment sind keine Revitalisierungen geplant (ANU, 2020).

Die drei grössten Bergseen der Region sind der Stelsersee, Partnunsee und der Carschinasee (siehe Abbildung 6.2) (Swisstopo, 2020a). Alle werden von der Gemeinde als touristische Sehenswürdigkeiten vermarktet und genutzt (Gemeinde Luzein, 2021d). Zu den ökomorphologischen Zuständen der Seen konnten aufgrund fehlender Angaben keine Aussagen gemacht werden, aber Lebensräume können durch eine übermässige Nutzung gefährdet werden. So stehen Bergseen wie der Stelsersee (Pro Natura, 2020) unter Schutz.

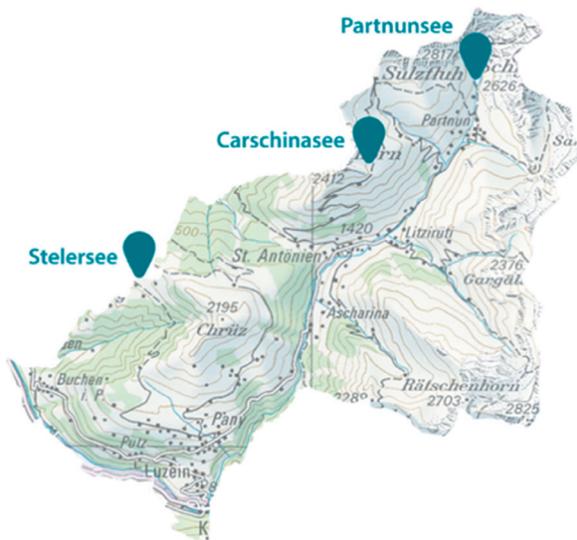


Abbildung 6.2
Die Bergseen Luzeins (nach Luther, Meyer, Lebender, Koradi, & Seeholzer, 2020, S. 16 von Google Maps, 2020).

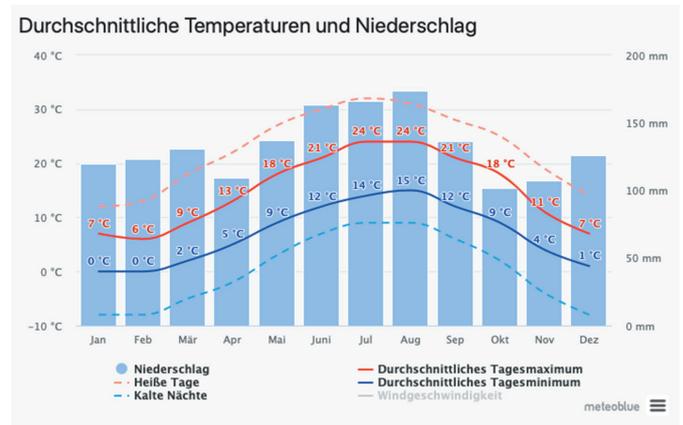


Abbildung 6.3
Klimadiagramm der Gemeinde Landquart (Meteoblue, 2021).

Niederschlag

Der Vergletscherungsgrad ist für die Gemeinde Luzein nicht relevant, da kein Zufluss durch Gletscher besteht. Somit ist der Niederschlag ausschlaggebend und der Zufluss wird durch die Witterung bestimmt. Zwar ist der Kanton Graubünden niederschlagsärmer als das Mittelland (Göpfert, 2007), jedoch ist das Prättigau mit 1500 mm Niederschlag im Jahr eine vergleichsweise eher feuchte Landschaft in Graubünden (UPL ETH Zürich 2020a). Für Luzein wird das Regenfalldiagramm der Gemeinde Landquart in Abbildung 6.3 betrachtet. Die Niederschlagsmengen unterliegen monatlichen Schwankungen zwischen 109 und 174 mm. Von Juni bis August fällt der meiste Regen. Im April, Oktober und November sind die Niederschläge am geringsten (vgl. Meteoblue, 2021).

Grundwasser und Quellen

Schlüsselement der Wasserversorgung Luzeins sind Quellen, welche in der Gemeinde für die Trink- und Brauchwasserversorgung sorgen. Quellgebiete befinden sich in St. Antonien, Pany und Buchen. Täglich werden durch sie 1500 m³ Trink- und Brauchwasser gewonnen (UPL ETH Zürich, 2020a). Das schwer zugängliche tiefliegende Grundwasser ist nicht relevant, da es abgesehen von einem kleinen Bereich um den Fluss Landquart kaum ergiebig ist (Sinreich et al., 2012).

Unabhängig der Nutzungsintensität müssen Grundwasser und Quellen geschützt werden. Dafür wurden Grundwasserschutzzonen zwischen St. Antonien und dem Chüenihorn festgelegt, welche das Grundwasser vor Stoffeinträgen schützen (ANU, 2020). Ebenfalls wurden Gewässerschutzbereiche festgelegt, welche gefasste und ungefasste Quellen schützen (siehe Abbildung 6.4). In diesen Zonen wird die landwirtschaftliche Nutzung eingeschränkt (vgl. Rizzi, 2020; UPL ETH Zürich, 2020c).

Luzein ist eine Streusiedlung und dadurch erstrecken sich die Verteilungen der drei Netze insgesamt über 100 km. Die Gesamtkapazität der elf Reservoirs liegt bei 1 675 m³ und wird für Trink-, Brauch- und Löschwasser aufgeteilt (vgl. Rizzi, 2020). Die drei Netzwerke unterscheiden sich in Grösse, Organisation und Gebühren voneinander. Die Kosten werden mit der Verbrauchsmenge abgeglichen (Gemeinde Luzein, 2021b).

Zwischen 2021 und 2022 werden die Trinkwassernetze zusammengeschlossen. Dadurch sollen das Überschusswasser ausgeglichen und Netzerbrüche vermieden werden. Auch die Landwirtschaftsbetriebe sollen angeschlossen, statt durch eigene Quellen versorgt werden. Die Kosten dieses Projektes teilen sich die Bundesämter für Umwelt und Landwirtschaft, die Kantonale Gebäudeversicherung sowie die Gemeinde und belaufen sich auf CHF 4.7 Mio. (vgl. Rizzi, 2020).

Den Quellenfassungen werden täglich ca. 1 500 m³ Wasser entnommen (UPL ETH Zürich, 2020c). Im jährlichen Minimum werden somit ca. 547 500 m³ Wasser mit Quellschüttungen entnommen. Die täglichen Höchstwerte des Trinkwasserverbrauchs der Gemeinde betragen ca. 1 100 m³, was einem jährlichen Verbrauch von ca. 401 500 m³ durch die ständige Bevölkerung, die Zweitwohnungsbesitzenden und die Touristen und Touristinnen entspricht (UPL ETH Zürich, 2020h). Aufgrund der saisonal schwankenden

Bevölkerungszahlen ist der tatsächliche Wasserverbrauch jedoch tiefer. Nach Rizzi (2020) setzt sich der jährliche Wasserverbrauch der Gemeinde aus 80 000 m³ für die Bevölkerung, 30 000 m³ für die Landwirtschaft und 20 000 m³ Wasser für das Gewerbe zusammen und ergibt insgesamt 130 000 m³ Wasser, wie in Abbildung 6.6 dargestellt.

Abwasserreinigungsanlagen

Ein von der Gemeinde erstellter Entwässerungsplan legt fest, wie verschmutztes Abwasser korrekt in die Kanalisation eingeleitet und den zwei Abwasserreinigungsanlagen (ARA) Dalvazza und Seewis zugeführt wird (Abwassergesetz Gemeinde Luzein). Das Abwasser aus St. Antönien und Pany fliesst nach Dalvazza (Hanselmann, 2017) und das Abwasser aus Buchen und Putz ins Vordere Prättigau nach Seewis (UPL ETH Zürich, 2020h). Die Entsorgung von 1 m³ Abwasser kostet 1.50 CHF (Kasper 2020a). Das gereinigte Abwasser wird in die Landquart geleitet und dort verdünnt (UPL ETH Zürich, 2020c). Laut Rizzi (2020) sind dadurch die Umweltbelastungen, welche durch Abwasser entstehen, eher gering. Problematisch wird es, wenn die Kapazität der Reinigungsanlagen überschritten wird und ungereinigtes Abwasser direkt in die Umwelt gelangt und somit das Ökosystem belastet. Stoffeinträge durch Phosphor und Stickstoff müssen minimal gehalten werden, um die Gewässerqualität zu gewährleisten (Gruber, 2020). Sämtliche Anlagen der Gemeinde eliminieren Phosphor. Die Stick-

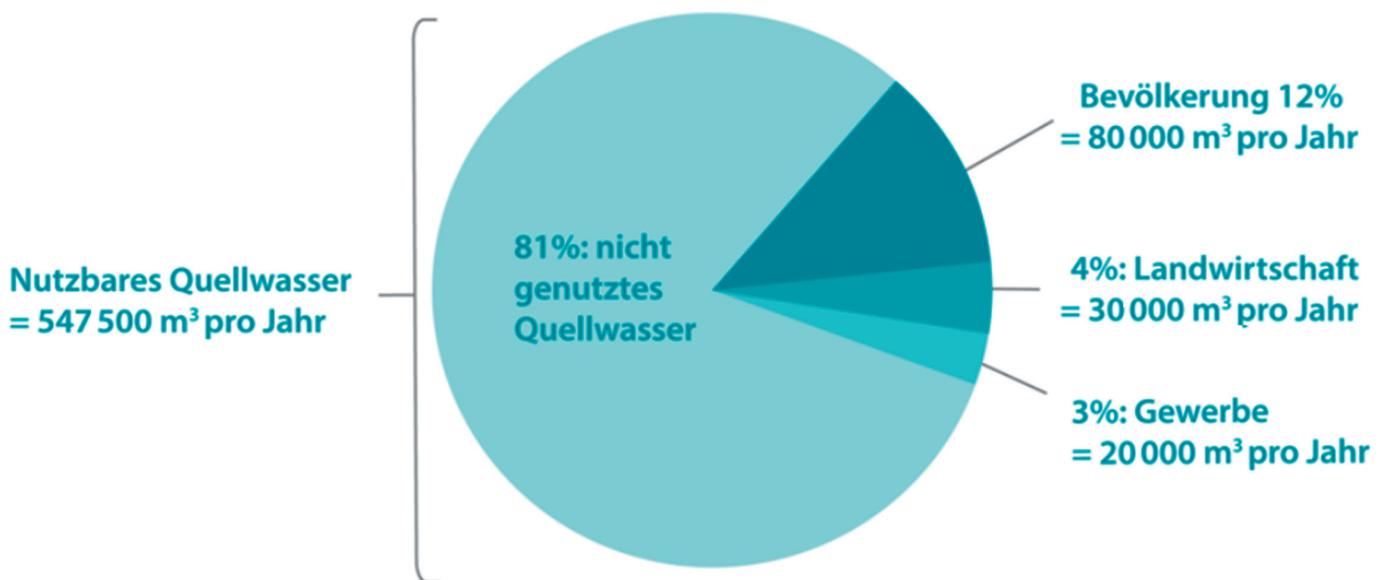


Abbildung 6.6
Wasserbilanz Luzein (Luther, Meyer, Lebender, Koradi, & Seeholzer, 2020, S. 19).

stoffelimination hingegen ist nicht vollständig ausgebaut. Die potentielle Belastung von Gewässern durch Nitrate und andere Mikroverunreinigungen können in Abwasserreinigungsanlagen mit Ozon-, Aktivkohlenfiltern oder Denitrifikation verringert werden (BAFU, 2016). Ein solcher Ausbau ist jedoch in der Gemeinde nicht vorgesehen, da die Anlagen nicht der für den Ausbau notwendigen Grösse entsprechen (vgl. BAFU, 2017c, 2019a).

Gebäude, die ausserhalb der Bauzone liegen, befinden sich in unzumutbaren Anschlussbereichen und sind nicht an die zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen. Sammelleitungen, welche an die zentrale Entsorgung angeschlossen werden können oder biologische Anlagen, die regelmässig gewartet werden müssen, sind alternative Lösungen, welche von der Gemeinde in Erwägung gezogen werden (Rizzi, 2020).

Wasserkraftwerke und Stromproduktion

Das Wasserkraftwerk Schanielabach wird seit 2019 für die Stromproduktion gebraucht und produziert im Schnitt 7.6 GWh Strom. Dies entspricht dem Jahresstrombedarf von 1 500 Durchschnittshaushalten (vgl. Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, 2019).

Das Kraftwerk ist ein Ausleitkraftwerk. Das bedeutet, ein Teil des Flusswassers wird zur Stromproduktion entnommen und der Rest gemäss der gesetzlich vorgeschriebenen Restwassermenge bleibt im Fluss. Die Abtrennung des Nutzwassers erfolgt mit einem Rechen. Dieser fängt 90% des angeschwemmten Geschiebes und Schwemmguts und verhindert dabei, dass feines Geschiebe und Lebewesen in die Kraftwerkturbinen gelangen. Jedoch wird der natürlichen Geschiebehalt dadurch gestört. Die Fischdurchlässigkeit wird mittels Fischtreppe gewährleistet (vgl. Pointinger, 2020).

Zusammen mit den Photovoltaikanlagen wird der jährlichen Strombedarf in der Gemeinde Luzein mit erneuerbarer Energie gedeckt (Kasper, 2020a).

6.2.3 Auswirkungen des Klimawandels

Prognostiziert wird ein weiterer Temperaturanstieg der jährlichen Mitteltemperatur. Durch häufigere Hitze- und Trockenphasen steigt die Schneegrenze. Die jährliche Gesamtniederschlagsmenge bleibt konstant, aber ändert sich in ihrer Form und Verteilung. Im Sommer wird mit einer Niederschlagsabnahme von 25% gerechnet, die sich auf den Winter verschiebt und als Zunahme in Form von Regen statt Schnee fallen wird (vgl. ANU, 2015a, vgl. 2015b).

Niederschläge versickern und speisen Grundwasserquellen mit einer Verzögerung von vier bis fünf Monaten nach dem Ereignis. Niederschlagsrückgänge im Sommer wirken sich somit auf die Wasserversorgung im Winter aus und eine Zunahme im Winter auf den Sommer (vgl. Rizzi, 2020). Beeinträchtigungen der Quellen aufgrund eines Temperaturanstiegs sind nicht zu erwarten, aber nicht auszuschliessen (Hoffmann, Hunkeler, & Maurer, 2014; Rizzi, 2020).

Weiterhin sorgen Niederschläge für Auswaschung von Dünger und Kot in Fließgewässern. Eine geringe Verdünnung der Schadstoffeinträge zusammen mit einem Temperaturanstieg sind Stressfaktoren, welche eine Verschiebung der Habitate der aquatischen Flora und Fauna sowie Erkrankungen herbeiführen (vgl. Hoffmann et al., 2014). Durch die Zunahme von Starkniederschlägen häufen sich Hochwasserereignisse und Murgänge. So entstehen Herausforderungen im Bereich des Schutzes von Infrastruktur, Gebäuden und Verkehrswegen (ANU, 2015d, 2015a). Derzeit besteht kaum Bedrohung durch Hochwasser. Nach Hefti (2020a) ist mit der Zunahme der Starkniederschläge aufgrund des Klimawandels auch ein Anstieg des Hochwasserrisikos anzunehmen. Dies bedeutet für die Gemeinde Anpassungen an den Gefahrenzonenplan und das Ausarbeiten entsprechender Massnahmen. An der Landquart wurden bereits Hochwasserprojekte realisiert. Solche Projekte gibt es am Schanielabach nicht, da keine Bauten in der Nähe sind, welche einen Eingriff erzwingen (Rizzi, 2020). Eine Zunahme der Starkniederschläge, welche laut Hardegger (2020c) bereits zu beobachten ist, fördert auch das Risiko von Murgängen (Hefti, 2020b). Murgänge verursachen Schäden in Millionenhöhe. Um das Schadenspotential möglichst niedrig zu halten, arbeitet die Gemeinde mit Frühwarnungssystemen und dem Einsatzplan für Lawinen (Hefti, 2020a).

Derzeit genügen die Quellen, um die Gemeinde zu versorgen. Sollten in Zukunft Quellwassermengen zu knapp werden, kann auf Grundwasser zurückgegriffen werden. Dies ist aber aufgrund der grossen Höhendifferenz, aus der das Grundwasser hochgepumpt werden muss, zu vermeiden. Mit diesem Bewusstsein möchte die Gemeinde keine neuen Betriebe in der Gewerbezone Dalvazza aufnehmen, welche einen hohen Wasserverbrauch haben (Hoffmann et al., 2014; vgl. Rizzi, 2020).

Durch das Zusammenfügen der Versorgungsnetze St. Antönien, Luzein–Pany–Putz–Dalvazza und Buchen–Lunden erhofft sich die Gemeinde besser mit Überschusswasser umgehen zu können. So könnte beispielsweise häufig vorhandenes Überschusswasser in St. Antönien in Trockenperioden auf die Gemeinde verteilt werden (vgl. Rizzi, 2020).

Beim Bau des Wasserkraftwerks wurden Vorkehrungen getroffen, wie das Einbauen von Mursteinen und Beton im Fundamentbereich. Diese dienen als Massnahmen bei Murgängen und Hochwasser (Rizzi, 2020). Trotzdem kann eine Zunahme der Ereignisse zu steigenden Kosten des Betriebs führen. Die zunehmende Trockenheit verschlechtert die Stromproduktion, die Niederschlagszunahme im Winter begünstigt die Stromproduktion hingegen (vgl. ANU, 2015d).

6.2.4 Gesetzliche Grundlagen

In Art. 76 BV werden die gesetzlichen Grundlagen für die Ressource Wasser festgelegt. Weiterhin wurde gestützt auf die Art. 76 Abs. 2 und 3 BV das Gewässerschutzgesetz (GschG) erstellt. Der Bund ist zuständig für die Erlassung von Grundsätzen und Vorschriften zur Nutzung und Schutz der Wasservorkommen (Art. 76 BV), beaufsichtigt den Vollzug der Gewässerschutzgesetze und koordi-

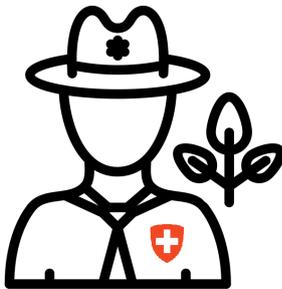
niert Kantone und Bundesstellen (Art. 46 GSchG) in der Schweiz. Die Kantone bestimmen die Gestaltung und Bewirtschaftung (Art. 36 GSchG) für die Gewässer innerhalb der Kantonsgrenze. Sowohl Stoffeinträge (Art. 6 GSchG) als auch Wasserentnahmen (Art. 31 GSchG) sind gesetzlich geregelt.

Die Trink- und Abwasserinfrastruktur ist in der Gemeinde Luzein unterschiedlich geregelt. Trinkwasserinfrastrukturen werden gesetzlich in Gemeinde- und private Anlagen unterteilt. Von der Gemeinde werden auch die notwendigen Massnahmen zum Schutz und zur Sicherung des Trinkwassers erstellt. Sind private Anlagen an das öffentliche Netz angeschlossen, werden diese ebenfalls von der Gemeinde überprüft (vgl. Wasserversorgungsgesetz der Gemeinde Luzein). Abwasseranlagen sind ebenfalls in Gemeinde- und private Anlagen zu unterteilen. Zur Abwasserinfrastruktur der Gemeinde Luzein gehören die Anlagen der Abwasserverbände Mittelprättigau und vorderes Prättigau. Die Gemeinde ist zuständig für den Bau, die Aufsicht und den Betrieb der Anlagen (KGSchG) und erstellt einen Entwässerungsplan, in dem festgelegt wird, wie verschmutztes Abwasser in die Kanalisation geleitet wird und in die Anlagen gelangt (vgl. Abwassergesetz der Gemeinde Luzein).

6.2.5 Stakeholder und Stakeholderinnen

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist zuständig für die Sicherstellung einer nachhaltigen Wassernutzung und unterstützt stellvertretend Projekte zur Nachhaltigkeit (BAFU, 2021a). Die Nutzung und der Schutz der Ressource Wasser unterliegt dem Gewässerschutzgesetz (GSchG). Forschungsinstitute wie die WSL helfen der Gemeindeverwaltung Entscheidungen bezüglich Naturgefahren zu treffen. Werden bauliche Massnahmen der Wasserinfrastruktur ergriffen, werden die Projekte vom Tiefbauamt Graubünden koordiniert. Ebenso daran beteiligt ist das Ingenieurbüro Angelo Rizzi. Das Amt für Natur und Umwelt GR ist zuständig für Umwelt und Naturschutzthemen. Werden Projekte bewilligt, welche auch das Tiefbauamt betreffen, wird zusammengearbeitet.

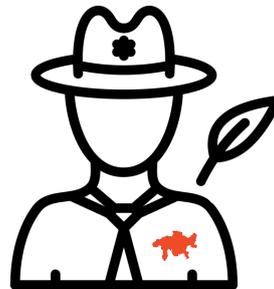
Der Gemeindevorstand vertritt die Bewohner und Bewohnerinnen der Gemeinde Luzein. Er ist Ansprechpartner für Naturschutzverbände, arbeitet mit Betreibern von Infrastrukturen wie der Kläranlage zusammen und trifft Entscheidungen bezüglich baulicher Massnahmen innerhalb der Gemeinde. Das Wasserkraftwerk dient der nachhaltigen Stromproduktion und wird sowohl von der Schanielabach AG und der Gemeinde zu gleichen Teilen verwaltet.



Bundesamt für Umwelt (BAFU)



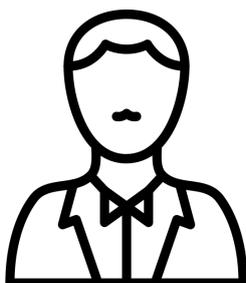
Pro Natura



Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU)



Abwasserverband Vorderes Prättigau (AVVP)



Gemeindevorstand Luzein



Prättigau Tourismus GmbH



Schanielabach AG

6.3 Diskussion

Die Seen und Fliessgewässer der Gemeinde werden vielseitig genutzt. Gerade die Bergseen dienen als touristische Attraktionen und ihr Erhalt ist sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Perspektive relevant. Naturschutzorganisationen warnen vor einer Übernutzung, da es so zu Trittbelastungen und einer erhöhten Schadstoffbelastung kommt. Über den derzeitigen ökologischen Zustand der Bergseen konnte keine Aussage getroffen werden, da keine Daten dazu gefunden wurden. Die Fliessgewässer hingegen dienen nicht nur der Schönheit der Region, sondern auch der Stromproduktion. Der Zustand der Fliessgewässer wird durch das Amt für Natur und Umwelt als naturnah oder wenig beeinträchtigt eingestuft, hingegen auf lokaler Ebene von Rizzi und Hartmann als teilweise ungenügend betrachtet. Ihrer Meinung nach besteht sowohl aus technischer als auch ökologischer Sicht Verbesserungsbedarf.

Vor allem die Fliessgewässer können bei zunehmenden Starkniederschlagsereignissen für Überschwemmungen und Murgänge sorgen. Anders als die Landquart, ist diesbezüglich der Schanielabach kaum problematisch, da er nicht in unmittelbarer Nähe von Infrastrukturen fliesst. Doch die zunehmenden Tendenzen fordern die Gemeinde auf ihren Gefahrenzonenplan zu überarbeiten und anzupassen.

Die Quellen sind ein wichtiger Teil des Wasserkreislaufs und ein nachhaltiger Umgang sichert die Trink- und Brauchwasserversorgung der Gemeinde. Auslöser der schädlichen Stoffeinträge im Grundwasser ist der anthropogene Nutzungsdruck in Landwirtschafts- und Siedlungsgebieten. In den Abwasserreinigungsanlagen können die meisten Nährstoffe mit Ausnahme von Mikroverunreinigungen aufbereitet und abgebaut werden. Bei Starkregen kann es zur Überlastung kommen, infolgedessen ungereinigtes Abwasser direkt in die Umwelt geleitet wird. Direkte Auswaschungen von Feldern, Siedlungen und Böden sowie Unfälle in der Landwirtschaft und Industrie können die Gewässer ebenfalls beeinträchtigen. Ihre negative kumulative Wirkung beeinflusst Wachstum und Fortpflanzung von Wasserlebewesen. Schädliche Stoffeinträge bedrohen jedoch durch fehlende Verdünnung vor allem kleine Flüsse (Hartmann, 2020b). Im Allgemeinen kann die Wasserqualität der Gemeinde als gut eingestuft werden (Rizzi, 2020).

Die Wassernutzung durch Kraftwerke zur Stromproduktion ist ein Eingriff in das Ökosystem. Das kleine Kraftwerk Schanielabach ist davon trotz neuester technologischer Standards nicht auszuschliessen (Pointinger, 2020). Der Klimawandel könnte die Infrastruktur gefährden. Einerseits können die Schwankungen der Wassermengen eine Zu- oder Abnahme der Stromproduktion bewirken. Andererseits gefährden zunehmende Hochwasserereignisse und Murgänge die Infrastruktur und können zu hohen Kosten für die Gemeinde führen.

Die Trinkwasserversorgung der Gemeinde kann in drei Netzwerke unterteilt werden, welche in einem aktuellen Projekt zusammengeschlossen werden. So kann Überschusswasser, welches sich oftmals in St. Antönien sammelt, besser verteilt werden. Zukünftig sollen auch Landwirtschaftsbetriebe an die Trinkwasserversorgung angeschlossen werden. Mit dieser Änderung könnten potentielle Engpässe, die durch lange Trockenperioden entstehen, vermieden werden.

6.4 Schlussfolgerungen

Die Wassernutzung in Luzein kann allgemein durch ihre eigene Energieproduktion und Nutzung lokaler Wasserquellen als nachhaltig eingestuft werden. Der deutliche Wasserüberschuss sollte auch die Gemeinde in Zukunft vor einem Wassermangel absichern, welcher mit dem Klimawandel vermehrt ein Thema sein wird.

Die Trinkwasserinfrastruktur ist in gutem Zustand und wird durch den Zusammenschluss des Versorgungsnetzes einen positiven Effekt auf die Wasserverteilung haben. Der ökologische Zustand der Gewässer wird zwar grösstenteils als naturnah oder wenig beeinträchtigt eingestuft, jedoch stören Verbauungen und ein Wasserkraftwerk den natürlichen Zustand. Durch den Klimawandel ist mit einer Veränderung und Umverteilung der Niederschläge zu rechnen. Die zunehmenden Starkniederschläge erhöhen das Risiko von Murgängen und Hochwasserereignissen. Ebenfalls kommt es bei Starkniederschlägen zu hohen Wassermengen, welche in den Abwasserreinigungsanlagen nicht gefasst werden können und so Stoffeinträge in die Umwelt gelangen. Für das Wasserkraftwerke hingegen bedeutet eine Zunahme der Wassermenge eine höhere Produktivität. Die Stromproduktion könnte aber auch durch lange Trockenperioden eingeschränkt werden.

7 Tourismus und Landwirtschaft

7.1 Einleitung

In Bergregionen drohen Randlagen und Steilhänge, welche schwer zu bewirtschaften sind, zu verbrachen. Es wird auf einfacher zu bewirtschaftende und ertragreichere Landwirtschaftsflächen ausgewichen. Die landwirtschaftlichen Nutzflächen werden verkleinert und ein Verlust von Biotopen und ihrem Artenreichtum ist die Folge. Dies steht im Konflikt mit den geforderten Erwartungen der Touristen und Touristinnen, welche eine attraktive und vielfältige Landschaft fordern. Touristisch geforderte Qualität deckt sich nicht mit der Produktionsqualität der Landwirtschaftsbetriebe (Martin et al., 2016).

Die Studierenden der Teilanalyse Tourismus und Landwirtschaft haben sich dabei mit folgender Hauptfragestellung *Welche Bedeutung hatten und haben die Landwirtschaft und der Tourismus für die wirtschaftliche Entwicklung in der Gemeinde Luzein, was beeinflusste diese Entwicklung und welche Herausforderungen ergeben sich daraus?* auseinandergesetzt und sich in diesem Bereich einen Überblick der Lage in Luzein verschafft. Zusätzlich wurden auch Teilaspekte speziell zu Stakeholdern und Stakeholderinnen, der gesetzlichen Grundlage, die sozioökonomische Entwicklung, die Beschäftigung und Wertschöpfung in der Gemeinde, die Rolle von Förderungen (Subventionen, Direktzahlungen), ein räumlicher Überblick über Tourismusinfrastruktur und Landwirtschaft, ein Ausblick zum Naturpark Rätikon und zum Einfluss des Klimawandels einbezogen. All diesen Aspekten liegt eine ausführliche Erörterung der Lage in der Gemeinde Luzein zugrunde (vgl. UPL ETH Zürich, 2020a).

7.2 Resultate

7.2.1 Sozioökonomische Entwicklung

Die Besiedlung durch die Walser nimmt in der Geschichte Luzains eine zentrale Rolle ein. Sie gelangten um etwa 1000 nach Christus aus dem Wallis über mehrere Alpenpässe in die Region Graubünden. Erst im 14. Jahrhundert liessen sie sich dann auf dem heutigen Gemeindegebiet Luzains nieder (Flütsch, 1976). Das Gebiet war zu dieser Zeit noch stark bewaldet. Durch den Bedarf an bewirtschaftbaren Nutzflächen, Bau- und Brennholz wurden grosse Teile gerodet. Grosse Lawinenschäden waren die Folge der aufkommenden Waldarmut. Diese Situation liegt heute immer noch vor und wird teils durch Lawinenverbauungen und Aufforstungen entschärft (siehe Kap. 4 Naturgefahren Lawinen; vgl. Historisches Lexikon Schweiz (HLS), 2016).

Die sozioökonomische Lage verhält sich in Luzein ähnlich wie in anderen peripheren Räumen in der Schweiz. Entscheidende Veränderungen sind seit den 1990er Jahren erkennbar (Cavelti &

Kopainsky, 2008). In den Jahren zwischen 1988 und 1996 stieg die Bevölkerungszahl deutlich. Zurzeit ist ein Trend zur Abwanderung und Überalterung erkennbar. Die Prognose des Kantons sieht in Zukunft jedoch eine erneute Zuwanderung vorher (STW AG für Raumplanung, 2020a). Die Gemeinde Luzein, wie sie heute besteht, entstand am 1. Januar 2016 durch die Fusion mit St. Antönien und weiteren kleineren Siedlungen im Tal (Gemeinde Luzein, 2020b). Sie umfasst 8385 Hektaren, wovon knapp die Hälfte als Landwirtschaftsland, ein Viertel als bestockte Fläche (Wald und Gehölze), ein Viertel als unproduktive Flächen und nur ca. 2% als Siedlungsfläche ausgewiesen sind (STW AG für Raumplanung, 2020a).

Die Gemeinde Luzein weist gemäss Bundesamt für Statistik (BFS) (2020) eine grössere Beschäftigung im landwirtschaftlichen und dienstleistenden als im industriellen Sektor aus. Diese umfassen je ca. 40% der gesamten Arbeitnehmenden in der Gemeinde, 20% fallen auf den Industriesektor aus. Gemäss Flütsch (2020a) sind der erste und dritte Sektor etwa gleich stark im Umsatz bei je CHF 4 Mio., die Wertschöpfung daraus fällt aufgrund der hohen externen Kosten respektive Betriebskosten gering aus.

7.2.2 Tourismus

Bereits seit 1841 wurden im Sommer schon eine Kleinzahl an Gästen in Luzein bewirtschaftet, dies vermehrt in leerstehenden Häusern (Wikipedia.org, 2021). Während dem 20. Jahrhundert erfuhr Luzein einen Aufschwung im touristischen Sektor, auch unterstützt durch eine bessere Strassenanbindung des Tals. Gegen das letzte Viertel des Jahrhunderts gewann auch der Wintersport an grösserer Bedeutung (Bardill, 2006). Heutzutage vermarktet sich die Geschichte im Tourismussektor gut und wird durch diverse Angebote, wie «Walserwege» erfolgreich angeboten (Walservereinigung Graubünden (WVG), 2020). Der Gemeinde stehen in heutigen Tagen etwa 500 Betten in Hotels und Ferienwohnungen zur Verfügung, was keinen Massentourismus erlaubt. Das Tal hat sich bei Tourengern und Tourengerinnen im Winter, wie auch Sommer gut etabliert (Wikipedia.org, 2021).

Der Tourismus konnte sich in der Gemeinde immer weiter festigen. Die Schweizer Reisekasse (REKA) kaufte im Jahr 2000 das Tratzha-Haus und wollte Pany zu einer der attraktivsten Reise-destinationen machen. Sie investierte CHF 1 Mio. in den Standort mit einer Neupositionierung durch das Projekt «Re-Ra-Rätikon». Sie betrieb 51 Ferienwohnungen, musste diese aber 2015 wegen zu geringer Belegungen verkaufen (Regiosuisse, 2020; Schweizer Radio und Fernsehen (SRF), 2014). Diverse Projekte der Gemeinde sollten zusätzlich zur Standortförderung beitragen: die Sanierung des Schwimmbads Pany, der kinderwagengerechte Ausbau des Wanderwegs von Pany nach St. Antönien oder die Beschneigungsanlagen des Skilifts Pany (Regiosuisse, 2020).

Der doch auch sehr ausgeprägte und beschäftigungsintensive Bau- und Industriesektor in der ganzen Region Prättigau ist stark vom Tourismus abhängig und zu Beginn des 21. Jahrhunderts unverändert geblieben. Seit der Annahme der Zweitwohnungsinitiative kann man jedoch einen Rückgang beobachten (vgl. Tischhauser et al., 2015).

Luzein verfügt über ein umfangreiches Angebot an touristischen Aktivitäten, das auf den Nischentourismus und nicht auf den Massentourismus ausgelegt ist. Unberührte Berglandschaften und landwirtschaftlich geprägte Talgebiete sind neben Kulturangeboten in Museen, Führungen, Besichtigungen und sportlichen Aktivitäten Teil des Tourismus in Luzein. Im Sommer kann man sich auf den vielen Wander- und Bikewegen vergnügen. Im Winter werden zwei kleine Skigebiete in Pany und St. Antönien betrieben, zudem bietet die Gemeinde Winterwanderwege an und ist für Skitouren beliebt. Das Tourismusgesetz der Gemeinde Luzein (TG) regelt den Tourismus und dessen Gästetaxen, auch Camper- und Zeltübernachtungen fallen in dieses Gesetz. Bei einer Übernachtung erhält man eine Gästekarte, die Pany-St. Antönien Card, wobei man damit von vielen Vergünstigungen in der Gemeinde und im ganzen Prättigau profitiert. Die Gemeinde ist per ÖV und Auto gut erreichbar und es wird versucht, diesen auch laufend auszubauen (vgl. Gemeinde Luzein, 2021d).

Gäste können in acht Hotels, einer SAC-Hütte oder diversen Ferienwohnungen unterkommen. Restaurants sind jeweils in den Hotels untergebracht, wobei elf weitere in der Gemeinde verteilt sind. Alle Angebote sind jeweils im Winter und Sommer geöffnet, während in der Zwischensaison aufgrund der geringen Gästezahlen auf eine Öffnung verzichtet wird (Flütsch, 2020b). Mehr als die Hälfte aller 1408 Wohnungen sind als Zweitwohnungen registriert, wo zusätzliche Touristen und Touristinnen in der Gemeinde Luzein unterkommen (ARE, 2020b).

7.2.3 Landwirtschaft

Das fortschrittliche Erbrecht der Walser bot durch die freie Erbleihe eine Möglichkeit Bauernhöfe und Alpen als Ganzes weiter zu vererben und verhinderte so eine Aufteilung der Ländereien und Gehöfte einer Familie in immer kleinere Parzellen. Aufgrund des alpinen Klimas, der Topografie und der Höhenlage ist die Region kaum bis gar nicht für ackerbauliche Landwirtschaft geeignet, weshalb man eine dominante Ausprägung der Viehwirtschaft ausmachen kann. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts war die Landwirtschaft mehrheitlich die Haupteinnahmequelle der hiesigen Bevölkerung (vgl. Hartmann, 2020a).

Bis auf die Höhe von ca. 2000 m.ü.M. findet man abwechselnd Wiesen, Wälder und Weiden vor. Die landschaftlichen Gegebenheiten und das Klima prägen die Landwirtschaft in der Gemeinde stark. Das Tal befindet sich in einem Staugebiet, was zu grösseren Niederschlagsmengen, viel Schnee, sowie grossen Temperaturstürzen im Frühling und Herbst führt (Flütsch, 1976). Die landwirtschaftlichen Flächen der Gemeinde werden in drei Zonen, Bergzone III, IV und Sömmerungsgebiete, eingeteilt (Swisstopo, 2020b). Die traditionelle Berglandwirtschaft wurde durch eine Stufenbewirtschaftung vollzogen (siehe auch 8.2.1 Frühe Entstehungsgeschichte der Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft Luzeins). Durch neue zentrale Ställe und bessere Meliorations-

strassen wird diese immer mehr aufgegeben (Martin et al., 2016). Im Jahr 1980 wurden in der Gemeinde 180 Betriebe gezählt, diese Anzahl hat sich bis 2010 halbiert (Forster et al., 2019). Die bestehenden Betriebe vergrössern die Viehzahl, sowie die zu bewirtschaftende Fläche durch neue Pachtverträge in der Gemeinde, wobei diese mehrheitlich als Dauergrünland zum Futterbau bewirtschaftet werden (vgl. Darnuzer Ingenieure AG, 2013).

Ein gängiges Mittel in der Landwirtschaft sind Subventionen, welche durch den Bund getätigt werden. Diese sollen die Landwirte und Landwirtinnen durch Direktzahlungen, Produktions- und Absatzförderungen, Förderung der Strukturverbesserung und soziale Massnahmen unterstützen (DZV; economiesuisse, 2019). Zudem sollen faire Wirtschaftsbedingungen erzielt werden, aus diesem Grund werden Bergregionen in diesem Fall auch stärker unterstützt. Die höheren Produktionskosten und der geringere Ertrag können so ausgeglichen werden (Flury, Gotsch, & Rieder, 2005). Der Kanton und weitere Organisationen wie Pro Natura, unterstützen die Landwirtschaft zusätzlich. Das jährliche Mittel für die bezogenen Direktzahlungen in Luzein entsprachen im Jahr 2015 etwa CHF 70 000 pro Betrieb und liegen aufgrund der Berglage über dem Schweizerischen Durchschnitt (Röthlin & Huwiler, 2016). Für die Biodiversität in Luzein ist es wichtig, dass dem Brachfallen und der Verbuschung von Stellen mit erschwerter Bewirtschaftung entgegengewirkt wird, dies mit der Sicherstellung der finanziellen Attraktivität dieser biodiversitätsfördernden Massnahme (siehe Kap. 5 Biodiversität und ökologische Infrastruktur; vgl. Martin u. a., 2016). Durch die zusätzliche Unterstützung des Bundes bei der Finanzierung der Gesamtmelioration wird die effizientere Bewirtschaftung und Zugänglichkeit in der Gemeinde gefördert (Darnuzer Ingenieure AG, 2013).

7.2.4 Klimawandel und Herausforderungen

Klimawandel, Politik und Wirtschaft werden die Zukunft der Landwirtschaft und des Tourismus prägen. In Abbildung 7.1 sind die wichtigen Herausforderungen und Chancen für die Gemeinde Luzein dargestellt. Die Auswirkungen des Klimawandels und dessen Folgen, wie z.B. die steigende Schneefallgrenze, sind ungewiss und können die wirtschaftliche Attraktivität des Wintertourismus in Zukunft in Frage stellen. Die alpine Wintertourismusbranche ist auf die Schneesicherheit angewiesen, welche zurzeit bei 91% der bestehenden Skigebiete in den Alpen zutrifft. Diese wird im Falle eines Temperaturanstiegs von 2 °C auf 80% sinken. Die Regionen im Wallis und Graubünden werden demnach weniger beeinflusst aufgrund der allgemein höheren Lage. Es wird aber immer schwieriger werden, die Zwischensaisons finanziell zu überbrücken. Die Gegebenheiten der höheren Temperaturen und des geringeren Niederschlags bieten jedoch bessere Voraussetzungen für den Sommertourismus (vgl. ANU, 2015b; Müller & Weber, 2008; OECD, 2007).

Die Landwirtschaft wird nahezu fast keine Vorteile durch den Klimawandel erlangen, ausser dass die milderen Temperaturen eventuell eine Bewirtschaftung der höheren Lagen zulassen könnten. Zudem kann der frühere Start und die Verlängerung der Vegetationsperiode eine höhere Ertragssicherheit im Futterbau bewirken. Die Landwirtschaft wird zukünftig mit einigen Herausforderungen zu kämpfen haben, wie bspw. das erhöhte Risiko für Murgänge und Schäden an Infrastruktur durch auftauende Per-

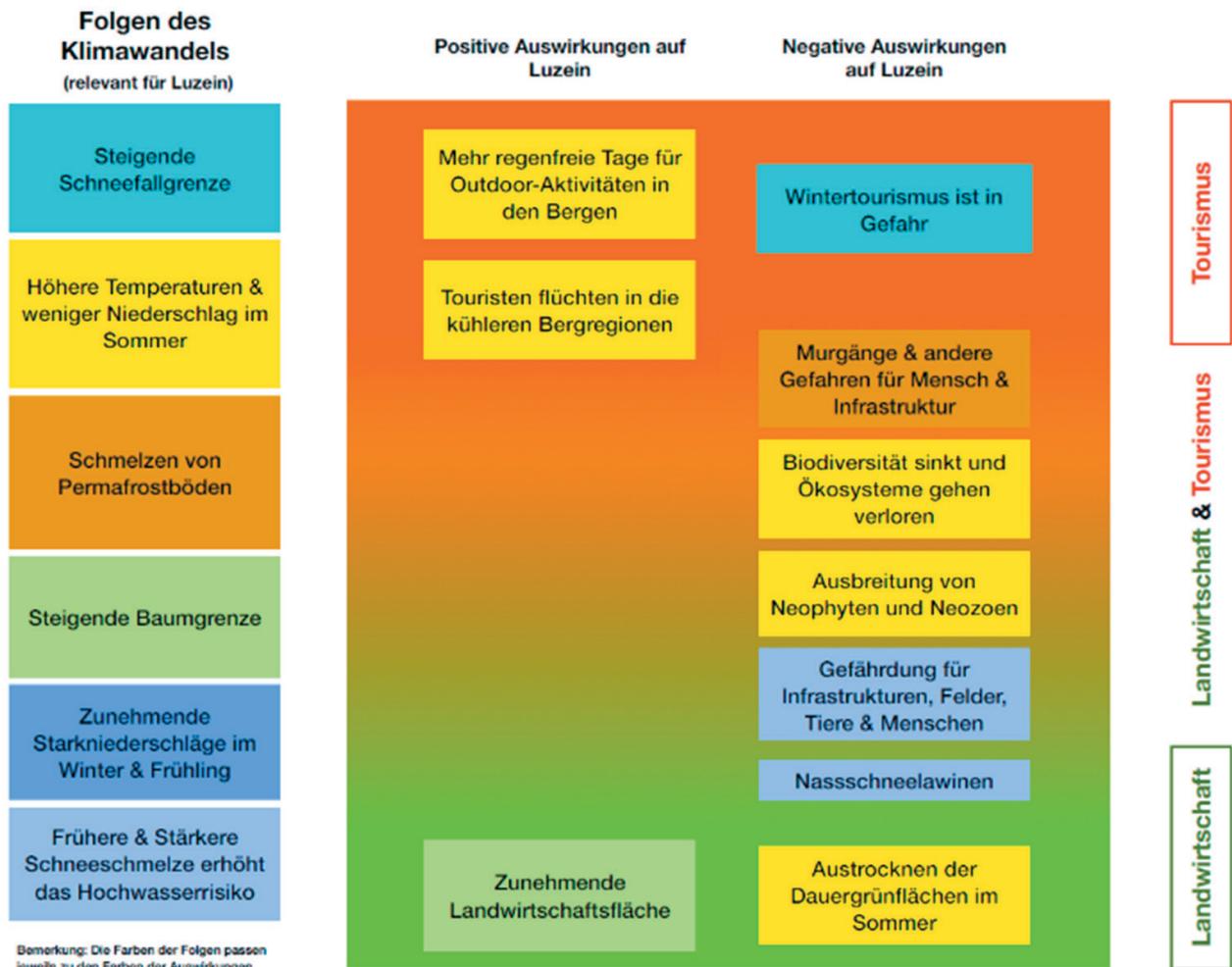


Abbildung 7.1 Auswirkungen des Klimawandels in Luzein (Wüthrich u. a. (2020) basierend auf ANU (2015a)).

mafrostböden oder die frühere und schnellere Schneeschmelze (vgl. ANU, 2015b).

Gemäss Bardill setzen die Luzeiner Landwirte und Landwirtinnen vermehrt auf die Fleischproduktion, während die Betriebe in den Talregionen des Prättigaus auf die Produktion von Futter- und Ackerbau spezialisiert sind (UPL ETH Zürich, 2020e). Das hat grösstenteils damit zu tun, dass der Milchpreis in Kleinbetrieben nicht mehr kostendeckend ist und sich die Abholung in den Berggebieten im Winter als schwierig herausstellt. Durch die voranschreitende Integration der Schweiz in die globale Marktwirtschaft werden auch die Berggebiete vermehrt den Kräften des Marktes ausgesetzt. Bei den heute schon tiefen Produzentenpreisen in der Landwirtschaft müssen viele Landwirte und Landwirtinnen einem Nebenverdienst nachgehen, um das Einkommen zu sichern (SBV, 2016). Die Direktzahlungen werden als wichtiger Bestandteil zur Sicherung der Berglandwirtschaft angesehen und durch die multifunktionalen Leistungen in der Nahrungsmittelproduktion, sowie Kulturlandschaftspflege für den Tourismus gestützt (Gazzarin, 2020). Der stärker werdende Druck auf die Politik zu einem sparsamen Umgang mit den öffentlichen Geldern kann eine Abnahme der Unterstützungsbeiträge für Forst- und Landwirtschaft mit sich ziehen (ANU, 2015b; Flury et al., 2005). Flächen

im Talboden werden intensiver als jene am Berg in den höheren Lagen genutzt. Dabei werden die intensiv genutzten Flächen regelmässiger und mit höheren Dosen gedüngt. Die unsachgemässe Düngung von Böden in der Landwirtschaft kann zu Auswaschung der Böden, Verschmutzung des Trinkwassers, Eutrophierung von Gewässern oder auch dem Verlust von Biodiversität führen (Dettwiler, Clément, & Chassot, 2006). Der Druck auf die ertragreichen und intensiv genutzten Flächen steigt durch die geringe Grösse und die Bodenknappheit in der Gemeinde. Dies erhöht die Gefahr einer Überdüngung und kann langfristig zur Auslaugung der Böden beitragen. In Luzein kann man beobachten, dass intensiv genutzte Flächen zunehmend verarmen, man versucht diesem aber mit Bewirtschaftungsverträgen entgegenzuwirken. Auch die Moorlandschaften, welche von nationaler Bedeutung sind und in der Vergangenheit unter dem Druck der Landwirtschaft litten, werden durch Revitalisierungen wiederhergestellt (vgl. Martin et al., 2016).

Für eine kleine Gemeinde wie Luzein ist es nötig Synergien zu nutzen, um die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zu erhöhen (Flütsch, 2020a). Die beiden Branchen, Landwirtschaft und Tourismus, sind sehr stark ausgeprägt. In Zukunft wird sich das Angebot in Richtung Sommertourismus mit einem nachhaltigen

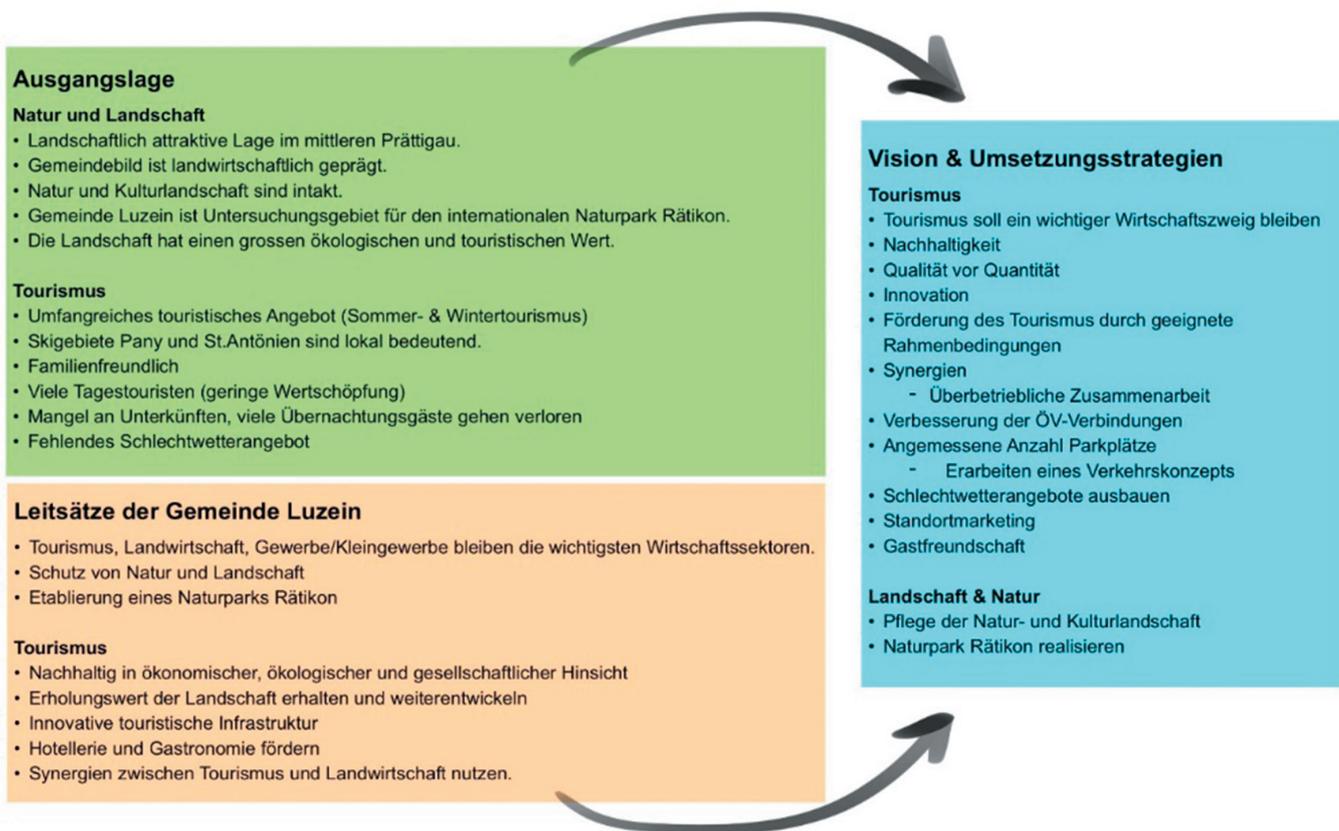


Abbildung 7.2

Leitbild der Gemeinde Luzein (zusammengefasst durch Wüthrich u. a. (2020) basierend auf Tischhauser u. a. (2015)).

Hintergrund verlagern. Unter diesem Begriff der «Nachhaltigkeit» wird eine Kollaboration des Tourismus und der Landwirtschaft unabdingbar sein (vgl. Hediger, 2016).

Für die Region Prättigau wurde auf der Basis vorheriger Konzeptionen eine Standortentwicklungsstrategie ausgearbeitet. Basierend auf dieser wurde das Leitbild der Gemeinde Luzein publiziert. Dieses ist in Abbildung 7.2 zusammengefasst. Daraus geht hervor, dass sich die Gemeinde dabei in den drei Bereichen Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft nachhaltig entwickeln möchte. Der Fokus steht dabei nicht auf Massentourismus. Zudem wird auf die Landwirtschaft nur sehr oberflächlich eingegangen, da diese stark durch Bund und Kanton geregelt werden. Die Handlungsspielräume für die Gemeinde sind dabei begrenzt. Im Jahr 2021 erfolgte für St. Antönien die Auszeichnung als Bergsteigerdorf, aus einer Initiative der Alpenvereine. Zudem wurde Luzein zuvor von der UNESCO als immaterielles Kulturerbe zum Thema «Leben mit Lawinen» anerkannt. Beide Auszeichnungen sollen die Gemeinde touristisch stärken (vgl. Tischhauser et al., 2015).

Im März 2021 kam das Regionalentwicklungsprojekt «Naturpark Rätikon» vor das Volk und wurde durch das Stimmvolk der Gemeinde Luzein abgelehnt (Schweizer Radio und Fernsehen (SRF), 2021). Das Projekt hätte eine engere Zusammenarbeit mit der Region Vorarlberg (Österreich), dem Fürstentum Lichtenstein und der Region Davos/Prättigau gefördert und hatte für alle Direkt-

beteiligten hohe Priorität, denn Ziel war, die Bereiche Landwirtschaft, Tourismus, Natur, Kultur und Bildung zu unterstützen (vgl. Forster et al., 2019).

7.2.5 Stakeholder und Stakeholderinnen

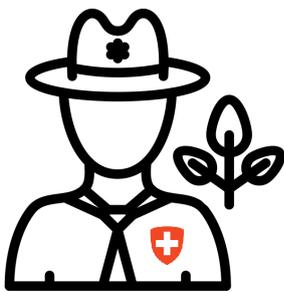
Die Stakeholder und Stakeholderinnen im Themenfeld Tourismus und Landwirtschaft bestehen aus verschiedenen Ämtern auf eidgenössischer, kantonaler und kommunaler Ebene. Zusätzlich werden auch Verbände und betroffene Gruppen eingeschlossen. Die beiden Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Landwirtschaft (BLW) haben beide das Ziel die Zusammenarbeit, die Politik und den Dialog mit Kantonen, Gemeinden, Verbänden und Fachstellen zu fördern und etablieren. Das BAFU setzt zudem den Fokus auf den Erhalt und die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen, ganz allgemein betrifft die Agenda hauptsächlich den Schutz der Umwelt und Natur. Das BLW setzt den Fokus darauf die Agrarpolitik aktiv mitzugestalten, die Versorgung der Bevölkerung und den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und Pflege der Kulturlandschaft sicherzustellen (vgl. BAFU, 2021b; BLW, 2021). Auf kantonaler Ebene übernehmen die Ämter die Aufgaben vom Bund und setzen diese aktiv um. Im Bereich Landwirtschaft und Tourismus nehmen das Amt für Natur und Umwelt (ANU), Landwirtschaft und Geoinformation (ALG), sowie Wirtschaft und Tourismus (AWT) des Kantons Graubünden eine wichtige Rolle ein. Das ANU ist zuständig für die Umsetzung der Bundes- und Kantongesetze im Bereich des Umwelt-, Natur- und Land-

schaftsschutzes. Sie sind auch stark im Bereich der Bewilligung von Bauten und Beiträgen involviert. Das ALG hat im Bereich der Landwirtschaft das Ziel zum Erhalt und der Förderung dieser und vollzieht die Agrarpolitik des Bundes. Es richtet hauptsächlich die Direktzahlungen an Landwirte und Landwirtinnen aus und erfüllt durch Beratungstätigkeiten, sowie landwirtschaftliche Strukturverbesserungen ihre Aufgaben. Das AWT sorgt für die Förderung der Tourismusstandorte und kann innovative Projekte mit fördern. Sie sind in der Beratung und Bewilligung von Beiträgen an Tourismusorganisationen und Gemeinden involviert (vgl. ALG, 2021c; ANU, 2021b; AWT, 2021a).

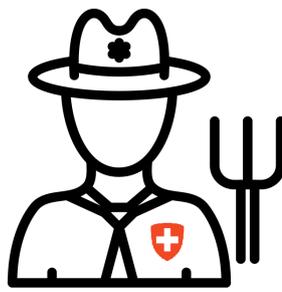
Auf kommunaler Ebene will der Gemeindevorstand eine florierende und attraktive Gemeinde fördern, welche im Einklang mit der Natur wirtschaftet. Über die Vorlagen stimmen an den Gemeindeversammlungen die Einwohner und Einwohnerinnen ab. Sie fordern gute Verdienstmöglichkeiten und genügend Arbeits-

plätze vor Ort und wollen, dass Wohnraum mit einer hohen Lebensqualität erhalten bleibt bzw. geschaffen wird (vgl. Gemeinde Luzein, 2021c).

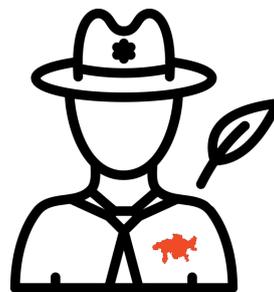
Die Dienstleistenden in der Gemeinde, welche mehrheitlich die Landwirtschaft und den Tourismus betrifft, werden durch Verbände oder übergeordnete strukturelle Organisationen vertreten. Dies sind in diesem Fall der Bündner Bauernverband (BBV) und Prättigau Tourismus GmbH. Beide möchten die lokale Wirtschaft durch die Umsetzung von Projekten und dem Ausbau, beispielsweise die voranschreitende Melioration oder den Ausbau der touristischen Infrastruktur, in eine positive Richtung entwickeln. Der Erhalt der Lebensgrundlage durch die Landwirtschaft und den Tourismus wird oft diskutiert und wird in den Bereichen mittels Werbung oder regionale Vermarktungen gefördert. Sie vertreten die einzelnen Betriebe in der Politik, um eine zielgerichtete Agenda zu erreichen, welche den Bedürfnissen der Beschäftigten in



Bundesamt für Umwelt (BAFU)



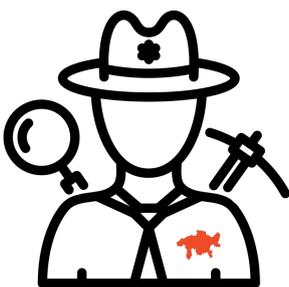
Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)



Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU)



Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden (AWT)



Amt für Landwirtschaft und Geoinformation Graubünden (ALG)



Gemeindevorstand Luzein



Prättigau Tourismus GmbH



Bündner Bauernverband (BBV)



Skilift Junker AG & Skilift Pany AG

der Landwirtschaft und im Tourismus gerecht werden. Durch die Arbeit aller oben genannten Stakeholder und Stakeholderinnen möchte man den Touristen und Touristinnen ein Ferienerlebnis zum optimalen Preis-Leistungsverhältnis bieten. Das wird von ihnen auch gefordert. Die Menge an der Auswahl der Angebote ist wichtig. Ein Teil davon sind auch die zwei Skiliftbetreiber (Skilift Junker AG und Skilift Pany AG), welche im Winter Skianlagen betreiben. Sie sind auf die Schneesicherheit angewiesen, um ihre Skigebiete im Winter zu öffnen, ohne grosse Zusatzkosten durch künstliche Beschneidung zu generieren. Die Destinationswahl beeinflusst das lokale touristische Angebot und die Wirtschaftlichkeit des Ortes (vgl. BBV, 2021b; Prättigau-Tourismus, 2021; Skilift Junker AG, 2021).

7.3 Diskussion

7.3.1 Entwicklung

Die früher zahlreichen Landwirtschaftsbetriebe in der Gemeinde nehmen stetig ab und vergrössern sich in der jeweiligen Flächennutzung durch neue Pachtverträge. In der dominierenden Viehwirtschaft kann zunehmend ein Umstieg von der Milchwirtschaft zu einer Fleischwirtschaft beobachtet werden. Der Tourismus hat sich seit den 1970er Jahren immer weiter etabliert und bringt heute gleich viel Umsatz wie die Landwirtschaft. Die Wertschöpfung in beiden Bereichen fällt klein aus.

7.3.2 Beeinflussung

Die schwierigen Bedingungen durch die Höhenlage und Bodenbeschaffenheit sorgen in der Landwirtschaft für hohe Nebenkosten. Der Bund versucht diese mit Direktzahlungen auszugleichen. Diese machen grösstenteils ein Bestehen der Landwirtschaft in solchen Regionen möglich. Eine effiziente Bewirtschaftung durch die finanzielle Unterstützung des Bundes bei der Melioration, sowie die Absatz- und Produktionsförderung haben einen positiven Einfluss auf die Wertschöpfung in der Gemeinde. Mit den Direktzahlungen zur Biodiversitätsförderung werden auch schwer zugängliche Flächen vor dem Verbrachen und Verbuschen bewahrt. Die Landwirtschaft wird stark durch Bund und Kanton reguliert und gesteuert.

Im Gegensatz zur Landwirtschaft ist der Tourismus weniger geregelt und liegt in der Hand der Gemeinde. Die Entwicklung gestaltet sich somit freier. Alleinstellungsmerkmale wie die Walser-Vergangenheit oder Auszeichnungen «St. Antonien als Bergsteigerdorf» und der «Umgang mit den Lawinen» können den Tourismus fördern und Regionen können dadurch an Bekanntheit gewinnen. Das Leitbild der Gemeinde wird einen grossen Einfluss auf die Weiterentwicklung haben, denn in den Bereichen des Tourismus haben sie sich klare Ziele gesetzt

7.3.3 Herausforderung

In der Landwirtschaft kann man durch die Düngung der hochertragreichen Flächen eine Steigerung in der Tierfuttermenge und -qualität erreichen, eine Übernutzung muss jedoch verhindert werden. Zudem kann die Verbuschung in schwer bewirtschaftbaren Gebieten Einbussen der Vielfalt der Biodiversität mit sich ziehen. Durch die höhere Gefahr von Starkniederschlägen, welche die Grünflächen vermehrt durchnässen können, wird die maschinelle Bewirtschaftung in Zukunft erschwert werden.

Im Tourismus liegt eine grosse Herausforderung in den unregelmässig verteilten Gästezahlen. Zudem müssen die Gäste in der Hauptsaison untergebracht werden, was einen Ausbau der Übernachtungsmöglichkeiten fordert. Die Gestaltung des Tourismus in der Zukunft wird durch vermehrten Wettbewerb auch bei der steigenden Schneegrenze schwierig. Ein Ausbau des Aktivitätsangebots im Winter und bei schlechtem Wetter wird nötig werden.

7.4 Schlussfolgerungen

Die Landwirtschaft bewegt sich durch äussere Einflüsse immer weiter in eine ökologische Richtung und die Pflege von ökologisch wichtigen Standorten und Lebensräumen wird durch Direktzahlungen und Melioration unterstützt. Eine gute Erschliessung dieser Standorte kann jedoch auch zu einer Intensivierten Landwirtschaft führen, was die Biodiversität gefährden kann. Handlungsbedarf liegt darin, die Landwirtschaft zu erhalten und attraktiver zu gestalten.

Die Gemeinde Luzein ist in Bezug auf nachhaltigen Tourismus durch ihren Fokus auf Nischtourismus gut aufgestellt. Sie vermarkten ihre Natur, was in Zukunft vorteilhaft sein könnte. Die Konkurrenz mit anderen Regionen und Ländern wird sich in Zukunft verstärken. Eine gute Positionierung im Markt ist dabei wichtig.

Synergien der beiden Bereiche Landwirtschaft und Tourismus werden in Zukunft immer wichtiger, um die Herausforderung des Erhalts der Gemeinde zu bewältigen. Es braucht neuartige Angebote in den Aktivitäten und bei den Übernachtungsmöglichkeiten. Diese können mit Agrotourismus oder ähnlichen Ansätzen angegangen werden. Eine Frage, die weiter evaluiert werden muss, ist, wie gross das Potential in diesen Synergien ist und inwiefern dieses genutzt werden kann

8 Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft

8.1 Einleitung

Die Befriedigung vieler menschlicher Bedürfnisse, wie beispielsweise das Wohnen oder die Ernährung, fordert raumwirksame Tätigkeiten. Boden kann daher als Ressource betrachtet werden. Die Siedlungsentwicklung und die Nutzung der Landschaft sind immer mit der Nutzung der Ressource Boden, also mit einem Eingriff in die Natur, verbunden. Bezüglich des Themas eines «Nachhaltigen Umgangs mit der Natur in der Gemeinde Luzein» stellt sich die Frage, wie dieser Eingriff im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung geschehen kann. Dabei führt die Begrenztheit der Ressource Boden zwangsläufig zu Konflikten zwischen den verschiedenen Nutzungsformen.

Die Fragestellung der Teilanalyse Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft lautet: *Welche Bedeutung hatten und haben Siedlung und Landschaft in der Gemeinde Luzein, was beeinflusst diese Entwicklung und welche Herausforderungen ergeben sich daraus?* Die Studierenden der Teilanalysegruppen haben sich deshalb mit verschiedenen Teilaspekten auseinandergesetzt. Dazu gehört die Entstehungsgeschichte der charakteristischen Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft und die Frage, welche Bedeutung sie gegenwärtig innehat. Zudem wurde die raumplanerische Gesetzgebung aufgearbeitet, die Folgen des Klimawandels auf die Raumnutzung beurteilt und schliesslich basierend auf den Interessen der Stakeholder und Stakeholderinnen Konflikte in der zukünftigen Siedlungsentwicklung aufgezeigt.

Im Folgenden wird häufig der Begriff Kulturlandschaft verwendet. Kulturlandschaft bezeichnet die vom Menschen geprägte Landschaft, welche die Entwicklung der Gesellschaft unter Einfluss von sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Kräften veranschaulicht (Rodewald, Schwyzer, & Liechti, 2014).

8.2 Resultate

Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft sind Zeugnisse historischer Entwicklungen und gleichzeitig Spielfeld gegenwärtiger Herausforderungen. In diesem Kapitel wird auf folgende Teilaspekte der Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft der Gemeinde Luzein eingegangen:

- Die frühe Entstehungsgeschichte der charakteristischen Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft Luzeins.
- Die Einflüsse des Strukturwandels im 20. Jahrhundert auf die Gemeinde.
- Die massgeblichen gesetzlichen Grundlagen, namentlich die Raumplanung im Sinne des Landschafts- und Ortsbildschutzes.

- Die aktuellen Einflüsse, einschliesslich des Klimawandels, auf die Siedlungsentwicklung Luzeins. Hier werden die betroffenen Stakeholder und Stakeholderinnen erwähnt.

8.2.1 Frühe Entstehungsgeschichte der Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft Luzeins

Wie in vorigen Kapiteln bereits erwähnt, befindet sich das Gebiet der heutigen Gemeinde Luzein im Mittelprättigau und erstreckt sich über eine Höhendifferenz von 690 bis 2824 m.ü.M. Die Landschafts- und Siedlungsstrukturen sind von den alpinen topografischen Verhältnissen beeinflusst (Gemeinde Luzein, 2021a).

Besiedelung und Lebensweise der Walser Bevölkerung

Im 13. Jahrhundert wanderten Walser und Walserinnen in das, bereits teilweise romanisch besiedelte, Gebiet ein. Da die, aus landwirtschaftlicher Sicht, günstiger gelegenen Gebiete bereits von der romanischen Bevölkerung bewohnt waren, liessen sich die Walser und Walserinnen in den höher gelegenen Gebieten nieder (Internationale Vereinigung für Walsertum, 2021). Der Hauptversorgungszweig der Walser Bevölkerung war die Viehwirtschaft, deren Jahresablauf stark von den geografischen Gegebenheiten geprägt war (Erwin Flütsch, 1976). Charakteristisch für ihre Viehwirtschaft war die, in Abbildung 8.1 dargestellte, dreistufige Bewirtschaftung der Weideflächen (Tobias, 2020). Im Frühsommer zogen die Bauern und Bäuerinnen mit ihrem Vieh auf die Voralp zu den Wetterweiden. Während dieser Zeit wohnten sie in den sogenannten Maiensässen. Für die Sommermonate wechselten

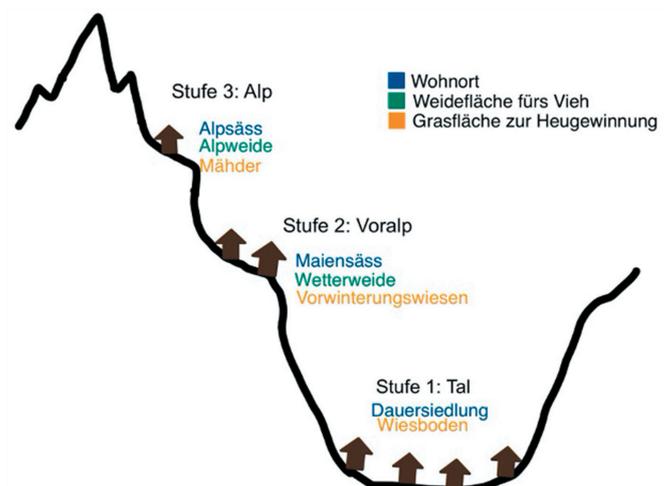


Abbildung 8.1
Dreistufige Alplandwirtschaft (aus Brunner et al., 2020, p. 14 basierend auf Flütsch, 1976).

sie hoch auf die Alpweide, bis sie schliesslich Mitte September wieder auf die Wetterweiden zurückkamen, ehe sie für die Einwinterung zur Dauersiedlung heimkehrten (Flütsch, 1976). Während der gesamten Vegetationsperiode waren die Bauern und Bäuerinnen mit der Gewinnung von Heu beschäftigt, welches sie dem Vieh während den Wintermonaten verfütterten. Dazu erweiterten sie durch Rodung von Wald ihre Gras- und Weideflächen (Elsasser-Rusterholz, 1969). Das geschlagene Holz wiederum wurde «zur Befriedigung der fast unstillbaren Bedürfnisse nach Brenn-, Zaun-, Brunnen-, Dach- und Bauholz» verwendet (Hansemann-Bergamin, Senn-Stapfer, & Schneider, 1999, p. 103).

Walserische Siedlungsstrukturen

Die Maiensässe ermöglichten die Nutzung der Weiden auf allen Höhenlagen und dienten dadurch der Ertragsmaximierung in der Viehwirtschaft. Zudem waren sie auch als logistische Station zwischen der Alp und der Dauersiedlung von Bedeutung (Knab, 2006). Die typische Siedlungsform walserischer Siedlungen ist die Streusiedlung, bei welcher das Dorf aus weit auseinanderliegenden Einzelhöfen besteht (Abbildung 8.2, Bild 1). Diese Form ist einerseits Folge der Wirtschaftsweise, da die Viehwirtschaft grosse Gras- und Weideflächen bedarf, andererseits wurden für den Siedlungsbau auch topografische Terrassenflächen bevorzugt (Elsasser-Rusterholz, 1969).

Ende des 16. Jahrhunderts nahm die aristokratische Familie von Sprecher Einfluss auf das Erscheinungsbild Luzeins. Ihre stattlichen Häuser (Abbildung 8.2, Bild 4) im Dorf Luzein sind noch heute ortsbildprägend (Hitz, 2008).

8.2.2 Auswirkungen des Strukturwandels in Luzein

Veränderungen in der Land- und Forstwirtschaft

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft setzte im 19. Jahrhundert mit der Industrialisierung ein. Um 1960 wurde er durch die Intensivierung der Landnutzung, Mechanisierung und verbesserten Erschliessung beschleunigt. Weil die Alpwirtschaft dem steigenden in- und ausländischen Druck nicht standhalten konnte, verlor sie im 20. Jahrhundert schweizweit an Bedeutung. Durch die bessere Erschliessung nahm insbesondere die Wichtigkeit der Maiensässe ab, weil das Heu nun nicht mehr zwischengelagert werden musste, sondern direkt ins Tal transportiert werden konnte (vgl. Knab, 2006). Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe ist aktuell leicht rückläufig. Es wird aber weiterhin ungefähr die gleiche Fläche bewirtschaftet, weil die verbleibenden Betriebe grösser geworden sind (UPL ETH Zürich, 2020f).

Aufkommen des Tourismus

Der Aufschwung des Tourismussektors begann nach dem 2. Weltkrieg mit dem Aufkommen des Massentourismus (Knab, 2006). Die heutige Wichtigkeit der Tourismusbranche zeigt sich darin,

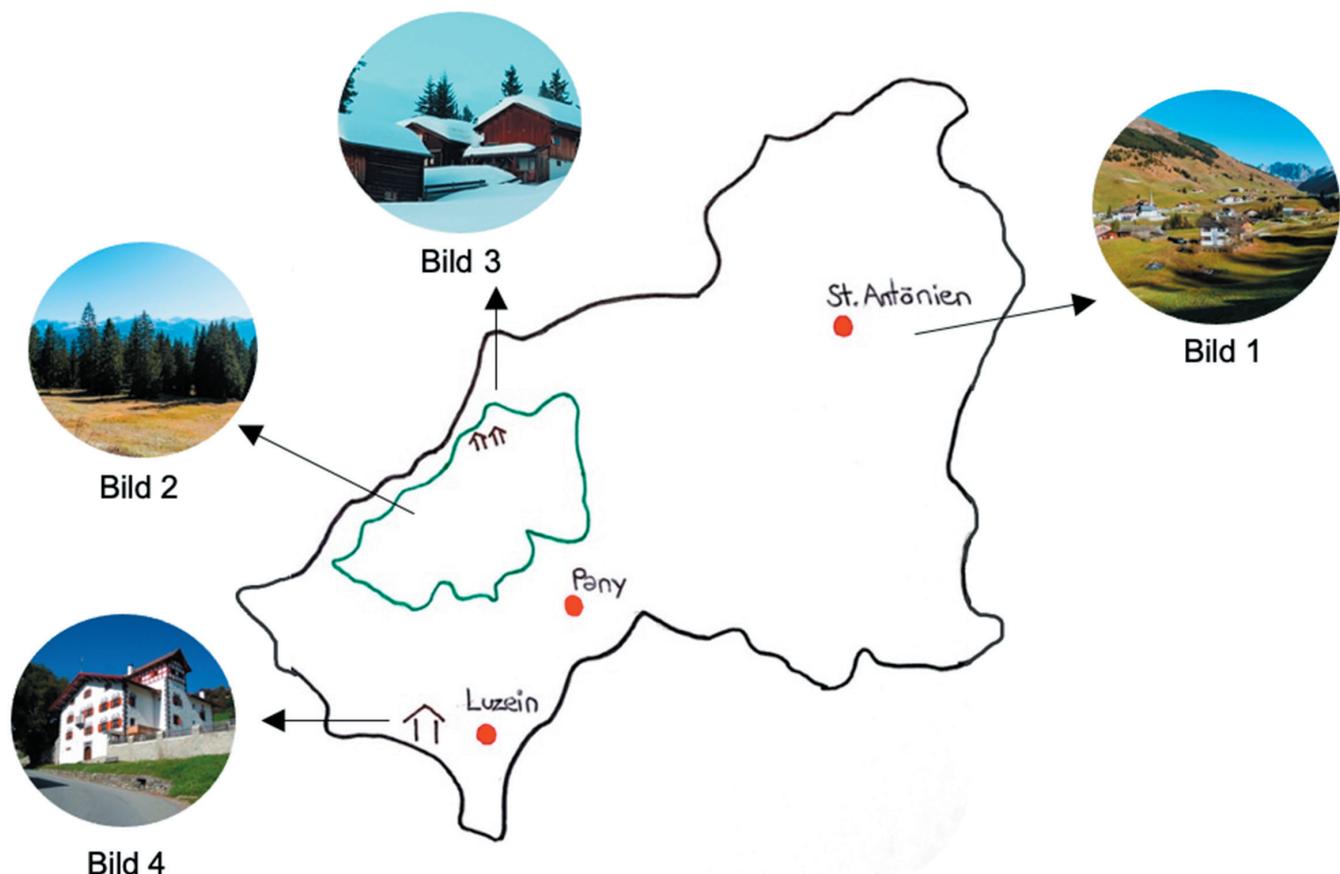


Abbildung 8.2
Übersicht der Kulturlandschaft Luzeins (Guttropf et al., 2020, p. 19).

dass rund 43% der regionalen Wertschöpfung direkt oder indirekt mit dem Tourismus zusammenhängt (Fromm & Göpfert, 2019). Im Zusammenhang mit dem Tourismus ist für die Siedlungsentwicklung der Bau von Zweitwohnungen von besonderem Interesse. Ab 1960 wurden vor allem in Pany viele Zweitwohnungen gebaut (Tischhauser et al., 2015), bis schliesslich die Annahme der Zweitwohnungsinitiative zu einem Baustopp führte (UPL ETH Zürich, 2020d). Der Zweitwohnungsanteil der Gemeinde Luzein liegt momentan bei 52% (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2020a).

Folgen des Strukturwandels

Im Gegensatz zum primären Sektor, zu welchem die Land- und Forstwirtschaft zählen, gewann der Dienstleistungssektor, insbesondere die Tourismusbranche, zu Beginn des 20. Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung (Knab, 2006). Dieser Strukturwandel führte zu einer Veränderung der Beschäftigungsstruktur (Peng, 2018). Durch den Rückgang des Arbeitsplatzangebotes im ländlichen Raum und dem Entstehen von Dienstleistungszentren haben sich ländliche Gemeinden entweder zu Pendlergemeinden entwickelt oder entvölkert (Pfenninger, Simonett, & Badilatti, 1995). In Luzein passierte ersteres. Die Gemeinde weist eine stark negative Pendlerbilanz auf (ARE (GR), 2007). Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich auch in der demographischen Verteilung. Als Folge der Abwanderung, weist die Altersstruktur der Gemeinde laut BFS (2021) heute auf eine überalterte Gesellschaft hin. In der Land-

nutzung lässt sich dieser Wandel ebenfalls beobachten. Die Siedlungsfläche der Gemeinde nahm von 1979 bis 2020 um 37.6% zu. Im gleichen Zeitraum nahm auch die Waldfläche zu, wohingegen die landwirtschaftliche Nutzfläche um 3.8% zurückging (Finger & Weibel, 2001; Gemeinde Luzein, 2020d). Für die Zunahme der Waldfläche ist einerseits der Anstieg der Waldgrenze und andererseits die Vergandung, das heisst die Überwucherung ehemals landwirtschaftlich genutzter Flächen, verantwortlich (Peng, 2018). Abbildung 8.3 vergleicht die Landnutzung von 1979/85 mit jener von 2004/09.

8.2.3 Gesetzliche Grundlagen der Raumplanung

Der im vorangehenden Kapitel erwähnte Strukturwandel betraf auch die Baubranche. Das Wirtschaftswachstum nach dem zweiten Weltkrieg zeigte sich in einer gesteigerten Bautätigkeit (Bundi, 2007). Dies führte zu einer, unter dem Begriff Zersiedlung bekannten, ungeordneten Ausweitung des Siedlungsgebiets (Spektrum Akademischer Verlag, 2020).

Um dem anhaltenden Trend der Überbauung und Siedlungserweiterung nach dem 2. Weltkrieg Einhalt zu gebieten wurde in der Schweiz im Jahr 1979 das Bundesgesetz über Raumplanung (RPG) erlassen. Ziel dieses Gesetzes ist es, dass «Bund, Kantone und Gemeinden dafür sorgen, dass der Boden haushälterisch genutzt wird und das Baugebiet von Nichtbaugebiet getrennt wird. Sie

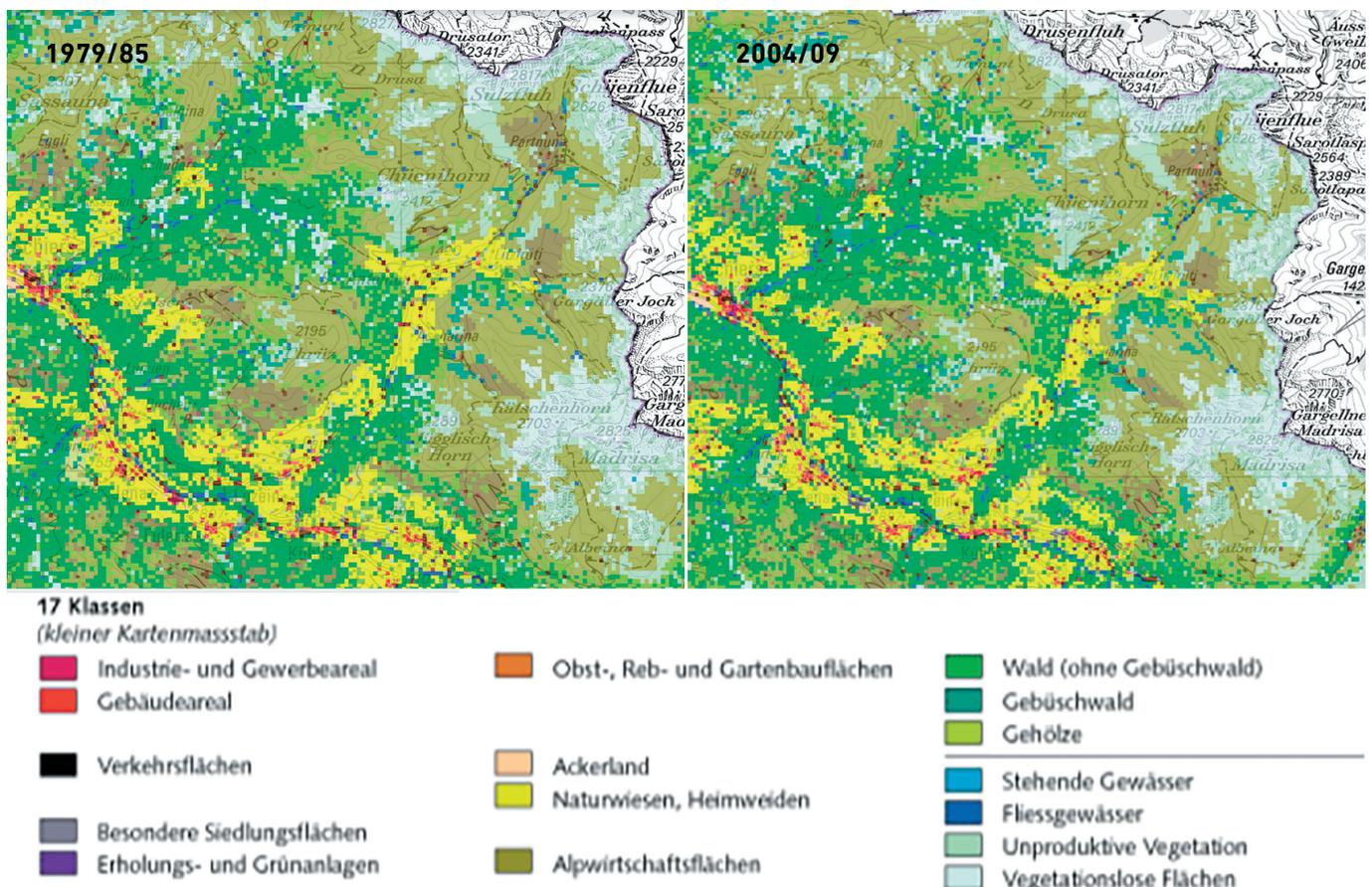


Abbildung 8.3 Landnutzung in Luzein im Vergleich (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2020a, 2020b)

stimmen ihre raumwirksamen Tätigkeiten aufeinander ab und entwickeln eine auf die erwünschte Entwicklung des Landes ausgerichtete Ordnung der Besiedelung» (Art. 1 Abs. 1 RPG).

Auf Kantonsebene setzt der Kanton Graubünden die vom Bund vorgegebenen Richtlinien für die Nutzung des Bodens im kantonalen Raumplanungsgesetz fest. Dieses Gesetz bildet die rechtliche Grundlage für die kantonale Raumplanung und den damit verbundenen Richtplan des gesamten Kantonsgebiets (Art. 1 KRG). Der Richtplan ist das zentrale Planungsinstrument des Kantons für die Umsetzung der kantonalen Raumplanungsstrategie. Er stimmt die einzelnen raumwirksamen Tätigkeiten wie Siedlungs-, Verkehrs- und Infrastrukturentwicklung aufeinander ab (ARE, 2020a). Auf Gemeindeebene regelt das Baugesetz der Gemeinde Luzein den raumplanerischen Zuständigkeitsbereich der Gemeinde (Art. 1 Abs. 1 Baugesetz der Gemeinde Luzein). Dazu gehört der Nutzungsplan, welcher eine parzellenscharfe Einteilung in Zonen vornimmt und ihre Nutzung festlegt (Krebs, Egli, Schulin, & Tobias, 2017). Ein Beispiel für die Zonierung in Luzein ist die Dorfzone. Diese ist für die Wohnnutzung und Gewerbe, ausgenommen der Landwirtschaft, bestimmt. Bauvorhaben in dieser Zone haben sich bezüglich Stellung, Proportionen, Dachform und Gestaltung gut in die bestehende Siedlung einzufügen (Art. 22 Baugesetz der Gemeinde Luzein). Ein weiterer Teil des Baugesetzes ist der Erschliessungsplan, welcher die Verkehrs-, Wasser-, Energie- und Telekommunikationsversorgung regelt (Art. 61 Abs. 1 Baugesetz der Gemeinde Luzein). Von speziellem Interesse für die Gemeinde Luzein sind zudem die Gefahrenzonen, welche zusätzliche Bauvorschriften mit sich bringen. Die Gefahrenzonen werden von der Gefahrenkommission des Kantons festgelegt und unverändert in den Zonenplan der Gemeinde übernommen (Krebs et al., 2017).

Raumplanung am Beispiel des Ortsbildschutzes

Im Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung (ISOS) finden sich Einträge über schützenswerte Siedlungsstrukturen (Art. 6 NHG). Ein solcher Eintrag dient dem Schutz von Bauten mit besonderer künstlerischer, historischer, architektonischer oder landschaftsprägender Bedeutung (Art. 43 KRG). Für die Umsetzung des Schutzes wurden drei Kategorien definiert: generell geschützter Siedlungsbereich (Art. 73 KRG), generell geschützte Einzelbauten (Art. 73 KRG) und erhaltenswerte Baugruppen (Art. 53 Baugesetz Luzein). Bauliche Änderungen an generell geschützten Einzelbauten oder Gebäude im generell geschützten Siedlungsbereich sind meist nicht zulässig. Möglich sind hingegen bauliche Veränderungen an Gebäuden innerhalb schützenswerter Baugruppen, sofern sie zum bestehenden Siedlungscharakter passen (STW AG für Raumplanung, 2020b). Zu den schützenswerten Gebäuden in Luzein gehören unter anderem einige alte Ställe und die Sprecherhäuser (Darnuzer Ingenieure AG, 2021).

Bauen ausserhalb der Bauzonen

Durch die Streusiedlungsstruktur gibt es in der Gemeinde Luzein viele Gebäude, die sich in der Landwirtschaftszone befinden (Darnuzer Ingenieure AG, 2021). Ausserhalb der Bauzone gelten strenge Auflagen für Neu- und Umbauten (Jud, 2018). Der Kanton Graubünden ordnet zum Beispiel die Maiensässgebiete entweder

der Erhaltungs- oder der Landwirtschaftszone zu (Knab, 2006). Bauten in der Erhaltungszone müssen in ihrem Charakter und ihrer Substanz erhalten bleiben (Art. 31 KRG). Eine Umnutzung ist nur in Ausnahmefällen unter strengen Auflagen und der Wahrung der baulichen Grundstruktur sowie dem äusseren Erscheinungsbild möglich (Art. 24d RPG). Laut Baugesetz der Gemeinde Luzein ist es nicht zulässig, Bauten in der Erholungszone abzureissen (Art. 28 Baugesetz Luzein). Für den Umgang mit diesen Bauten bedeutet das, dass sie entweder, unter strengen Regulierungen, umgenutzt oder ansonsten dem Zerfall überlassen werden (UPL ETH Zürich, 2020f).

8.2.4 Gegenwärtige Einflüsse auf die Siedlungsentwicklung Luzeins

In diesem Kapitel werden verschiedene raumplanerische Interessen aufgezeigt und die betroffenen Stakeholder und Stakeholderinnen benannt.

Räumliche Strategie der Gemeinde

Die Gemeinde Luzein definiert in ihrem kommunalen räumlichen Leitbild (KRL) ihre langfristigen Entwicklungsziele. Dabei strebt die Gemeinde einen nachhaltigen demographischen Wandel an. Das heisst, sie will der Abwanderung entgegenwirken und ihre Attraktivität für Familien steigern. Um dieses Ziel zu erreichen, will sie den Ausbau von Infrastruktur, Wohnraum und Arbeitsplatzangebot koordinieren. Im Bereich Infrastruktur soll die Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr verbessert werden, um für Pendler und Pendlerinnen sowie für den Tourismus attraktiv zu sein. Ein Konflikt ergibt sich bei der Schaffung von Wohnraum. Einerseits soll durch verdichtetes Bauen das Bauland besser ausgeschöpft werden, andererseits soll aber auch die Ortsbildqualität erhalten bleiben. In Bezug auf das Arbeitsplatzangebot will die Gemeinde das lokale Gewerbe fördern. Grosses Potenzial sieht sie zudem im Ausbau des touristischen Angebots. Konkrete Projekte sind beispielsweise die Umnutzung des alten Schulhauses in St. Antönien als Informationszentrum zum Thema Lawinen (vgl. STW AG für Raumplanung, 2020b).

Klimawandel

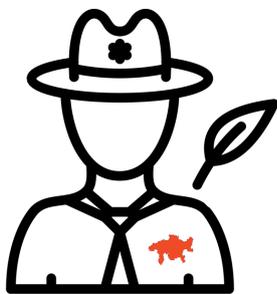
Die Entwicklung der Gefahren und Effekte durch den Klimawandel wurde im Kapitel 3 ausführlich beschrieben. Für die Siedlungsentwicklung und den Umgang mit der Kulturlandschaft sind vor allem folgende Aspekte wichtig: der Temperaturanstieg, die Zunahme von Hitzetagen, die Veränderung des Niederschlags bezüglich Jahresverteilung und Form sowie das Auftauen des Permafrosts. Aufgrund dieser Veränderungen ist mit einer Erhöhung der Intensität und Frequenz von Hochwassern und Murgängen zu rechnen (ANU, 2015c). Dadurch können die Gefahren und Effekte des Klimawandels einen direkten Einfluss auf die Infrastruktur und Gebäude haben. Durch das Ausscheiden von Gefahrenzonen und durch die damit verbundenen Bauvorschriften wird versucht die Verletzlichkeit von Gebäuden und Infrastruktur zu senken (ANU, 2015c). Zudem hat der Klimawandel, aufgrund einer veränderten Bodennutzung durch die Landwirtschaft und den Tourismus, einen indirekten Einfluss auf die Gemeinde. Für die Landwirtschaft bringt der Klimawandel sowohl Chancen wie auch Gefahren mit sich. Durch den Anstieg der Mitteltemperatur, den Rückgang der

Anzahl Frosttage und der Verlängerung der Vegetationsperiode steigt die landwirtschaftliche Produktivität (OcCC, 2007). Demgegenüber stehen die Risiken von Trockenperioden im Sommer, einer verstärkten Bodenerosion durch Starkregenereignisse und einer Zunahme von invasiven Pflanzen und Schadorganismen (Perroud & Bader, 2013). Der Einfluss des Klimawandels auf den Tourismus muss saisonal betrachtet werden. Während der Sommertourismus für Touristen und Touristinnen aus dem Flachland durch das vergleichsweise kühlere Bergklima an Attraktivität gewinnt, wird hingegen der Wintertourismus unter der verminderten Schneesicherheit und der verkürzten Wintersaison leiden (ANU, 2015c; Köllner et al., 2017).

8.2.5 Stakeholder und Stakeholderinnen

Als Legislative legen die Bundesversammlung und der Grosse Rat auf kantonaler Ebene die raumplanerischen Gesetze fest. Deren Vertreter und Vertreterinnen werden von der Schweizer respektive der Graubündner Stimmbevölkerung gewählt.

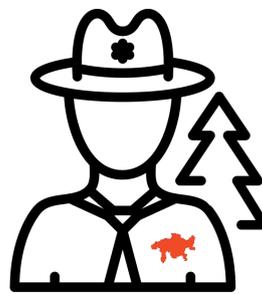
Die Exekutive ihrerseits ist durch die betreffenden Ämter für die Um- und Durchsetzung der gesetzlichen Bestimmungen verantwortlich. Die verschiedenen Ämter haben innerhalb ihres Ressorts einen Vollzugauftrag inne. Für diese Teilanalyse sind folgende kantonale Ämter von Bedeutung: das Amt für Natur und Umwelt (ANU), das Amt für Raumentwicklung (ARE), das Amt für



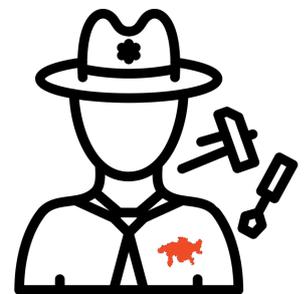
Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU)



Amt für Raumentwicklung Graubünden (ARE)



Amt für Wald und Naturgefahren (AWN)



Denkmalpflege Graubünden



Region Prättigau/Davos



Gemeinde Luzein



Prättigau Tourismus GmbH



Bündner Bauernverband (BBV)



Hauseigentümerverband (HEV)

Wald und Naturgefahren (AWN) und die Denkmalpflege Graubünden. Das ANU vollzieht die Gewässer-, Natur-, Umwelt- und Landschaftsschutzgesetzgebung. Dabei ist das ANU an Kontrollen und Bewilligungen beteiligt (vgl. ANU, 2021c). Das ARE ist für die Umsetzung der kantonalen Raumordnungspolitik zuständig und analysiert dafür die räumliche Entwicklung (ARE (GR), 2021). Zudem begleitet das ARE die Regionalplanung, welche im Fall von Luzein der Körperschaft Region Prättigau/Davos unterliegt (Region Prättigau/Davos, 2020). Das AWN ist die kantonale Fachstelle für den Wald und den Schutz vor Naturgefahren. Durch das Ausscheiden von Gefahrenzonen hat das AWN Einfluss auf die Raumplanung (vgl. AWN, 2020a, 2021c). Die Denkmalpflege Graubünden setzt sich für den Erhalt von ortsbildprägenden Gebäuden und Siedlungsstrukturen ein (vgl. Denkmalpflege Graubünden, 2021). Auf kommunaler Ebene vertritt der Gemeindevorstand, als demokratisch gewähltes Gremium, die Interessen der Bevölkerung Luzeins. Das Bauamt Luzein ist, als Teil der Gemeindeverwaltung, für die Erstellung des Nutzungsplanes und für die Infrastrukturplanung auf dem Gemeindegebiet verantwortlich (Baugesetz der Gemeinde Luzein, 2019).

Der Tourismus und die Landwirtschaft haben, als die beiden wichtigsten Wirtschaftssektoren, eine ökonomische und soziale Bedeutung für die Gemeinde. Ihre Interessen werden insbesondere durch die Tourismus Prättigau GmbH und den Bündner Bauernverband vertreten. Der Hauseigentümergebieterverband (HEV) seinerseits fördert eine Politik im Interesse der Immobilienbesitzer und Immobilienbesitzerinnen (HEV (GR), 2021), zu welchen auch die Eigentümer und Eigentümerinnen von Zweitwohnungen gehören.

5.3 Diskussion

Die Siedlungsstruktur und die Kulturlandschaft Luzeins sind von ihrer historischen Entstehungsgeschichte durch die walserische Besiedelung geprägt. Dieses kulturelle Erbe ist heute identitätsstiftend für die Gemeinde und auch für den Tourismus von hohem Wert. Dessen ist sich auch die nationale und kantonale Gesetzgebung bewusst und stellt deshalb die Ortsbilder und Kulturlandschaft unter Schutz. Im 19. Jahrhundert verlor die Alp- und Forstwirtschaft an Bedeutung, während der Dienstleistungssektor, im Besonderen der Tourismus, wuchs. Damit veränderte sich auch die Beschäftigungsstruktur und mit ihr die Ansprüche an Infrastruktur und Wohnraum. Um der Abwanderung und Überalterung entgegenzuwirken, will die Gemeinde für Familien attraktiv sein. Ziel ist es Infrastruktur, Wohnraum und Arbeitsplatzangebot aufeinander abzustimmen. Moderne Infrastruktur ist ein Bedürfnis der Bevölkerung Luzeins und auch ein Verkaufsargument für den Tourismus. Insbesondere im Ausbau des öffentlichen Verkehrs sieht die Gemeinde Handlungsbedarf.

Verdichtetes Bauen im Sinne des Raumplanungsgesetzes trifft auf den Ortsbildschutz und muss sich deshalb sanft ins bestehende Ortsbild einbetten. Auch bei der Umnutzung von alten, ungenutzten Gebäuden sind durchdachte Lösungen gefragt, welche die Bauten vor dem Zerfall bewahren und so das Siedlungsbild erhalten. Gleichzeitig soll aber auch Innovation, wie beispielsweise eine agrotouristische Nutzung, möglich sein, um Investitionen überhaupt interessant zu machen. Bei der Umnutzung und dem verdichteten Bauen fühlt sich die Gemeinde durch die Gesetzeslage eingeschränkt. Christian Kasper sagt: «[...] von einem Mitspracherecht der Bevölkerung und der Gemeinde zu sprechen ist eine Farce, die gesetzlichen Vorgaben vom Bund sind restriktiv, die Gemeindeautonomie wird mit Füßen getreten» (UPL ETH Zürich, 2020f). Diese Unzufriedenheit widerspiegelt den Konflikt zwischen einer modernen Raumentwicklung und der gesetzlich verordneten Erhaltung des traditionellen Ortsbildes. Hier gilt es eine Balance zu finden, welche ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltig ist.

Zunehmend wird der Klimawandel zu einem wichtigen Einflussfaktor auf die Siedlungsentwicklung. Der Klimawandel erfordert eine Anpassungsfähigkeit. Die veränderte Gefahrenlage bedarf einer Ausweitung der Schutzzonen. Die damit einhergehenden Bauvorschriften und Einschränkungen führen aber zu Konflikten mit Hausbesitzern und Hausbesitzerinnen und schränken verfügbares Bauland ein. Für die Landwirtschaft bietet der Klimawandel im Anbau von Kulturpflanzen neue Möglichkeiten. Gleichzeitig werden aber häufigere Trockenheit, verstärkte Bodenerosion und eine Zunahme von Schadorganismen zu Risikofaktoren. Hinsichtlich des Klimawandels muss auch die Tourismusbranche anpassungsfähig sein und die Unsicherheiten im Wintertourismus durch einen Ausbau des Sommertourismus kompensieren.

5.4 Schlussfolgerungen

Während die Entstehung der charakteristischen Siedlungsstruktur und Kulturlandschaft hauptsächlich von ökonomischen Interessen getrieben war, hat sie heute einen hohen soziokulturellen und ökologischen Wert. Die Gemeinde Luzein ist bestrebt mit einem ausgewogenen Angebot an Infrastruktur, Wohnraum und Arbeitsplätzen für Familien attraktiv zu sein. Hier gilt es einen Mittelweg zwischen moderner Raumentwicklung und der Bewahrung des traditionellen Ortsbildes zu finden.

Der Klimawandel hat durch Naturgefahren direkten Einfluss auf die Siedlungsentwicklung. Indirekt, durch Veränderungen in Landwirtschaft und Tourismus, nimmt der Klimawandel auch Einfluss auf die Kulturlandschaft. Die Gefahren und Effekte des Klimawandels sind weitgehend bekannt. Die Gemeinde tut gut daran, sich mit den Auswirkungen des Klimawandels zu beschäftigen und Vorkehrungen zu treffen.

9 Rechtliche Grundlagen

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die wichtigsten Gesetze und (Vollzugs-)Verordnungen auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene gegeben. Es werden die Grundlagen erwähnt und aufgezeigt. In den Tabellen 9.1 bis 9.3 werden die Relevanz für die verschiedenen Teilanalysen zusätzlich vermerkt, um Verbindungen und Überschneidungen zu erkennen. In einzelnen Teilanalysen wird gegebenenfalls noch konkreter auf die rechtlichen Grundlagen eingegangen, wie zum Beispiel bei der TA Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft. Die nachfolgenden Abschnitte bieten einen Überblick, aber nicht abschliessende Grundlage zum Verständnis der entsprechenden Gesetzgebung und deren Funktionen. Wichtig ist, dass die einzelnen Gesetze stark verknüpft sind und im Grossen und Ganzen auch über die Ebenen hinaus betrachtet werden müssen.

9.1 Bundesebene

Die Schweizerische Bundesverfassung (BV) bietet die Grundlage für die erlassenen Gesetze und Verordnungen des Bundes und der Kantone. Auf Verfassungsebene werden in den Art. 42 bis Art. 50 BV die Verhältnisse zwischen Bund, Kanton und Gemeinde geregelt. Die Kompetenzen werden in der BV oder in den jeweiligen Bundesgesetzen konkret delegiert. Art. 3 BV besagt, dass die Souveränität den Kantonen gelte und sie alle Rechte ausüben, ausser sie seien gesetzlich direkt dem Bund übertragen. In diesem Fall ist eine lückenlose Kompetenzregelung gegeben.

Die Grundsätze werden in der BV festgelegt und im Umweltschutzbereich durch das Umweltschutzgesetz (USG) ein erstes Mal präzisiert. In weiteren fachspezifischen Gesetzen und Verordnungen werden die Grundsätze aus der BV und auch dem USG weiter konkretisiert. Die Fallthematik zur Gemeinde Luzein wird durch verschiedene gesetzliche Grundlagen gestützt und zeigt auch Überschneidungen und Vernetzungen zwischen den Bereichen auf (siehe Tabelle 9.1).

Aus der Sicht der einzelnen Teilanalysen bietet sich jeweils eine diverse Grundlage. In den Bereichen Biodiversität, Landwirtschaft und Siedlungsentwicklung sind das Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) und die dazu gehörige Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) von grosser Relevanz. Generell wird bei Gesetzen im ersten Teil die Grundlage für das Gesetz und der Zweck erwähnt. So ist es auch im NHG der Fall. Im Art. 1 lit. a NHG wird beschrieben, dass das heimatliche Landschafts- und Ortsbild, geschichtliche Stätten, Natur- und Kulturdenkmäler des Landes geschont, geschützt, gefördert und erhalten werden müssen. Der darauffolgenden Buchstaben Art. 1 lit. d und lit. dbis NHG sehen zudem auch den Schutz der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt sowie deren biologische Vielfalt und Lebensraums in Einklang mit

der nachhaltigen Nutzung ihrer Bestandteile vor. Für die Förderung der Landwirtschaft in Einklang mit der Biodiversität spielen das Landwirtschaftsgesetz (LwG) und die Direktzahlungsverordnung (DZV) eine substantielle Rolle. Art. 1 LwG steckt wiederum den Zweck des Gesetzes im Bereich der sicheren Versorgung der Bevölkerung, der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen, der Pflege der Kulturlandschaft, der dezentralen Besiedelung des Landes und der Gewährleistung des Tierwohls ab. Die DZV sollte die Förderung der Biodiversität vorantreiben und legt dabei die Voraussetzungen, das Verfahren für die Ausrichtung von Direktzahlungen und die Höhe der Beiträge fest. Für spezielle Biotope werden in den meisten Fällen gesonderte Gesetze und Verordnungen erlassen, wie die Verordnung über den Schutz der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung (TwwV) oder auch spezifisch zu dem Schutz der verschiedenen Moore.

Wenn es um das Thema Wasser oder Wald geht, bilden wieder andere Gesetze einen Gegenstand für die rechtliche Beurteilung, wie das Gewässerschutzgesetz (GSchG) oder das Waldgesetz (WaG). Auch hier verfolgen die Gesetze jeweils verschiedene Zwecke. Beim Art. 1 Abs. 1 lit. c WaG ist speziell zur erwähnen, dass der Wald so genutzt wird, damit er seine Funktionen, namentlich seine Schutz-, Wohlfahrts- und Nutzfunktion erfüllen kann. In Art. 1 Abs. 2 WaG wird speziell noch darauf eingegangen, dass er zusätzlich dazu beitragen sollte, dass Menschen und erhebliche Sachwerte vor Lawinen, Rutschungen, Erosion und Steinschlag (Naturereignisse) geschützt werden können. Im GSchG verhält sich das ähnlich, denn es bezweckt, dass die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen geschützt werden (Art. 1 GSchG). Dieses Gesetz ist sehr breit gefächert, denn es behandelt den Erhalt von Arten in diesem Lebensraum, die Nutzung des Wassers in der Landwirtschaft oder auch den Erhalt der Qualität zum Schutz für den Menschen. Diese werden in den einzelnen Verordnungen und Gesetzen auf Bundes-, Kantons- und Gemeindeebene genauer und im Rahmen des GSchG konkretisiert.

Die Raumplanung ist in der TA Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft von grosser Bedeutung. Diese wird durch das Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) auf Bundesebene geregelt. Die einzelnen Kompetenzen werden festgelegt und im Rahmen des RPG und der dazugehörigen Raumplanungsverordnung (RPV) präzisiert und ausgeführt. Art. 1 RPG beschreibt das Ziel, dass Bund, Kantone und Gemeinden dafür sorgen, dass der Boden haushälterisch genutzt und das Baugebiet vom Nichtbaugebiet getrennt wird. Art. 3 Abs. 2 RPG enthält Grundsätze, welche die Landschaft schonen sollen, wie dass der Landwirtschaft genügende Flächen geeigneten Kulturlandes erhalten bleiben, Siedlungen, Bauten und Anlagen sich in die Landschaft einordnen, See- und Flussufer freigehalten und öffentlicher Zugang und

Begehung erleichtert werden, naturnahe Landschaften und Erholungsräume erhalten bleiben und die Wälder ihre Funktionen erfüllen können. Zusätzlich sind in Art. 3 Abs. 3 und Abs. 4 RPG beschrieben, dass auch die Siedlungen nach den Bedürfnissen der

Bevölkerung zu gestalten, in ihrer Ausdehnung zu begrenzen oder für öffentlichen oder im öffentlichen Interesse liegenden Bauten und Anlagen sachgerechte Standorte zu bestimmen sind.

Tabelle 9.1

Übersicht zu den eidgenössischen Gesetzen (Abkürzungen der Teilanalysen: KwS = Klimawandel und Schnee, NL = Naturgefahren Lawinen, BD = Biodiversität und ökologische Infrastruktur, TL = Tourismus und Landwirtschaft, RW = Ressource Wasser, SK = Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft).

Gesetzliche Grundlagen des Bundes		Betroffene Teilanalysen
BV	Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999 (SR 101)	KwS, NL, BD, TL, RW, SK
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 (SR 451)	BD, SK
NHV	Verordnung über den Natur- und Heimatschutz vom 16. Januar 1991 (SR 451.1)	BD, SK
	Verordnung über den Schutz der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Hochmoorverordnung) vom 21. Januar 1991 (SR 451.32)	BD
	Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorverordnung) vom 7. September 1994 (SR 451.33)	BD
	Verordnung über den Schutz der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung (Moorlandschaftsverordnung) vom 1. Mai 1996 (SR 451.35)	BD
TwwV	Verordnung über den Schutz der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung (Trockenwiesenverordnung) vom 13. Januar 2010 (SR 451.37)	BD
	Bundesbeschluss über Finanzhilfen zur Erhaltung und Pflege naturnaher Kulturlandschaften vom 3. Mai 1991 (SR 451.51)	BD, TL
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz) vom 24. Januar 1991 (SR 814.20)	RW
GSchV	Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201)	RW
WRG	Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (Wasserrechtsgesetz) vom 22. Dezember 1916 (SR 721.80)	RW
WBG	Bundesgesetz über den Wasserbau vom 21. Juni 1991 (SR 721.100)	RW
EnG	Energiengesetz vom 30. September 2016 (SR 730.0)	RW
	Bundesgesetz über die Reduktion der CO ₂ -Emissionen (CO ₂ -Gesetz) vom 23. Dezember 2011 (SR 641.71)	KwS
LwG	Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz) vom 29. April 1998 (SR 910.1)	TL
GebV-BLW	Verordnung über Gebühren des Bundesamtes für Landwirtschaft vom 16. Juni 2006 (SR 910.11)	TL
DZV	Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung,) vom 23. Oktober 2013 (SR 910.13)	TL, BD
BALV	Verordnung über die Verwendung der Bezeichnungen «Berg» und «Alp» für landwirtschaftliche Erzeugnisse und daraus hergestellte Lebensmittel (Berg- und Alp-Verordnung) vom 25. Mai 2011 (SR 910.19)	TL
WaG	Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz) vom 4. Oktober 1991 (SR 921.0)	NL, BD
WaV	Verordnung über den Wald (Waldverordnung) vom 30. November 1992 (SR 921.01)	NL, BD
JSG	Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz) vom 20. Juni 1986 (SR 922.0)	BD, TL
RPG	Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz) vom 22. Juni 1979 (SR 700)	NL, SK, TL
RPV	Raumplanungsverordnung vom 28. Juni 2000 (SR 700.1)	NL, SK, TL
ZWG	Bundesgesetz über Zweitwohnungen (Zweitwohnungsgesetz) vom 20. März 2015 (SR 702)	TL, SK
	Bundesgesetz über Regionalpolitik vom 6. Oktober 2006 (SR 901.0)	SK
VRP	Verordnung über Regionalpolitik vom 28. November 2007 (SR 901.021)	SK

9.2 Kantonale Ebene

Die Bundesgesetze werden, falls so darin vermerkt, präzisiert und bilden so zusammen mit den kantonalen Gesetzen und Verordnungen die Rechtsgrundlage. Der Kanton soll exekutiv arbeiten und seine Aufgaben wahrnehmen. Wichtig ist zudem, dass hier wieder Kompetenzregelung zwischen dem Kanton und den Gemeinden getätigt wird. Diese ist wiederum lückenlos gewährleistet. Mögliche Widersprüche zwischen auf verschiedenen Ebenen erlassenen Gesetzen, werden immer durch die oberen Instanzen ausgehebelt.

Es existiert auch auf kantonaler Ebene eine Kantonsverfassung, die den Grundsatz regelt und in Gesetzen und Verordnungen

präzisiert wird. Die Verordnungen dienen dabei als beste Ausgangslage für die Umsetzung der Vorgaben. In der Landwirtschaft sind beispielsweise das kantonale Landwirtschaftsgesetz und die Landwirtschaftsverordnung, wie auch die sehr präzise Verordnung über den Gewässerschutz in der Landwirtschaft von Bedeutung. Sie regeln die Grundlage, welche gesetzlichen Richtlinien gelten. Auch die Raumplanung ist mehrheitlich in den Händen der Kantone und wird durch das Raumplanungsgesetz für den Kanton Graubünden (KRG) geregelt. Dabei gibt es zusätzlich auch wieder eine Verordnung über das Raumplanungsgesetz (KRVO), worin der Kantonale Richtplan (KRIP) seinen Ursprung findet. Wichtige kantonale Geschäfte, welche durch den Bund übertragen wurden, werden durch die kantonalen Gesetze und Verordnungen geregelt. Man kann so auch erkennen, welche Bereiche mehrheitlich auf Bundes- oder Kantonsebene geregelt werden.

Tabelle 9.2

Übersicht zu den kantonalen Gesetzen (Abkürzungen der Teilanalysen: KwS = Klimawandel und Schnee, NL = Naturgefahren Lawinen, BD = Biodiversität und ökologische Infrastruktur, TL = Tourismus und Landwirtschaft, RW = Ressource Wasser, SK = Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft).

Gesetzliche Grundlagen des Kantons Graubünden		Betroffene Teilanalysen
GG	Gemeindegesezt des Kantons Graubünden vom 17. Oktober 2017 (BR 175.050)	SK
KNHG	Gesetz über den Natur- und Heimatschutz im Kanton Graubünden (Kantonales Natur- und Heimatschutzgesetz) vom 19. Oktober 2010 (BR 496.000)	BD, SK
KNHV	Kantonale Natur- und Heimatschutzverordnung vom 18. April 2011 (BR 496.100)	BD, SK
KGSchG	Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Kantonales Gewässerschutzgesetz) vom 8. Juni 1997 (BR 815.100)	RW
KGSchV	Verordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Kantonale Gewässerschutzverordnung) vom 27. Januar 1997 (BR 815.200)	RW
BWRG	Wasserrechtsgesetzes des Kantons Graubünden vom 12. März 1995 (BR 810.100)	RW
KWBG	Gesetz über den Wasserbau im Kanton Graubünden (Wasserbaugesetz) vom 27. August 2008 (BR 807.700)	RW
	Gesetz über die Erhaltung und Förderung der Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz) vom 25. September 1994 (BR 910.000)	BD, TL
	Landwirtschaftsverordnung vom 28. März 2000 (BR 910.050)	TL
KGSchVL	Verordnung über den Gewässerschutz in der Landwirtschaft vom 19. November 2019 (BR 910.150)	TL
	Meliorationsgesetz des Kantons Graubünden vom 05. April 1981 (BR 915.100)	TL, BD
KRG	Raumplanungsgesetz für den Kanton Graubünden vom 6. Dezember 2004 (BR 801.100)	KwS, NL, SK
KRVO	Verordnung über das Raumplanungsgesetz	NL, SK
KWaG	Kantonales Waldgesetz vom 11. Juni 2012 (BR 920.100)	NL, BD
KJG	Kantonales Jagdgesetz vom 04.06.1989 (BR 740.000)	
GebVG	Gesetz über die Gebäudeversicherung im Kanton Graubünden (Gebäudeversicherungsgesetz) vom 15. Juni 2010 (BR 830.100)	NL, SK, TL
VOzGebVG	Verordnung zum Gesetz über die Gebäudeversicherung im Kanton Graubünden (VO zum Gebäudeversicherungsgesetz) vom 26. Oktober 2010 (BR 830.110)	NL, SK, TL
GVE	Gesetz über die Vergütung nicht versicherbarer Elementarschäden vom 23. September 1984 (BR 835.100)	NL
	Kantonale Richtplanung (KRIP) des Kantons Graubünden (https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/are/dienstleistungen/richtplanung/Seiten/richtplanung.aspx)	NL, SK

9.3 Kommunale Ebene

Auch auf kommunaler Ebene werden die ihnen zugeschriebenen Kompetenzen durch Gemeindegesetze geregelt. Zu erwähnen ist hier das Baugesetz. Dieses besagt, dass für den Erlass und die Änderung des Baugesetzes der Gemeinde Luzein, Zonenplan, Gestaltungs- und Erschliessungsplänen die Gemeindeversammlung

zuständig ist und steckt den raumplanerischen Zuständigkeitsbereich der Gemeinde ab. Oft werden in den kommunalen Gesetzen noch die genauen Zuständigkeiten und Abläufe präzisiert, damit klar ist, wer für welche Aufgabe zuständig ist und kontrolliert, dass diese auch richtig ausgeführt werden. Auch hier gilt, dass wenn ein Gemeindegesetz gegen Kantonsgesetz verstösst, das Gesetz der höheren Instanz gilt.

Tabelle 9.3

Übersicht zu den kommunalen Gesetzen (Abkürzungen der Teilanalysen: KWS = Klimawandel und Schnee, NL = Naturgefahren Lawinen, BD = Biodiversität und ökologische Infrastruktur, TL = Tourismus und Landwirtschaft, RW = Ressource Wasser, SK = Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft).

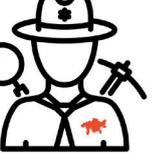
Gesetzliche Grundlagen der Gemeinde Luzein		Betroffene Teilanalysen
	Baugesetz (der Gemeinde Luzein) vom 23. April 2019	NL, SK
	Gesetz über die Abwasserbehandlung (der Gemeinde Luzein) vom 13. April 2018	RW
	Gesetz über die Wasserversorgung (der Gemeinde Luzein) vom 13. April 2018	RW
	Gesetz über die Wildruhezonen (der Gemeinde Luzein) vom 1. Dezember 2016	BD, TL
TG	Gesetz über Gästetaxen (Tourismusgesetz) (der Gemeinde Luzein) vom 18. Juni 2014	TL
	Alp-, Weide- und Flurgesetz (der Gemeinde Luzein) vom 13. April 2018	BD, SK
	Weisung: Lawinenschutzorganisation (LSO) St. Antönien, 2016	NL

10 Stakeholder und Stakeholderinnen

Die folgende Tabelle enthält jeweils eine kurze Beschreibung von Stakeholdern und Stakeholderinnen, die in den einzelnen Teilanalysen relevant sind. Die Stakeholder und Stakeholderinnen sind nach verschiedenen Kategorien geordnet.

Tabelle 10.1

Übersicht der Stakeholder und Stakeholderinnen (Abkürzungen der Teilanalysen: KwS = Klimawandel und Schnee, NL = Naturgefahren Lawinen, BD = Biodiversität und ökologische Infrastruktur, TL = Tourismus und Landwirtschaft, RW = Ressource Wasser, SK = Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft). Referenz für alle Stakeholder-Icons: (Montigni, 2021 (eigene Bearbeitung)).

Stakeholder-Icon	Name und Beschreibung	Teilanalyse
Öffentliche Ämter (Bund, Kantone, Gemeinde)		
	<p>Bundesamt für Umwelt (BAFU)</p> <p>Das BAFU ist die Umweltfachbehörde des Bundes. Es befasst sich mit der Erhaltung und der nachhaltigen Nutzung der Ressourcen in der Schweiz. Dazu gehören Themen wie Klimaschutz, Erhalt der Biodiversität, Schutz vor Naturgefahren und Schutz von Mensch und Umwelt vor übermässigen Belastungen (vgl. BAFU, 2021b).</p>	KwS, NL, BD, RW, TL
	<p>Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)</p> <p>Das BLW ist auf Bundesebene für den Vollzug der Agrarpolitik verantwortlich und gestaltet diese aktiv mit. Es setzt sich dabei für eine nachhaltige, effiziente und qualitativ hochwertige Nahrungsmittelproduktion ein. Zusätzlich will das BLW für Schweizer Produkte eine hohe finanzielle Wertschöpfung am Markt erzielen (vgl. BLW, 2021).</p>	KwS, BD, TL
	<p>Amt für Natur und Umwelt (ANU)</p> <p>Das ANU ist das Kompetenzzentrum Graubündens in Fragen rund um Umwelt, Natur, Landschaft und das Klima. Es ist zuständig für die Umsetzung der Bundesgesetze zum Gewässerschutz, Umweltschutz sowie Natur- und Landschaftsschutz. Es kontrolliert die Einhaltung umweltrechtlicher Bestimmungen, stellt Beiträge und Zusatzbewilligungen aus und beschäftigt sich mit Umweltbeobachtung und Umweltbildung (vgl. ANU, 2021c).</p>	KwS, BD, RW, TL, SK
	<p>Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden (AWN)</p> <p>Das Amt für Wald und Naturgefahren pflegt die Schutzwälder des Kanton Graubünden. Es setzt sich für die Bedürfnisse der Gesellschaft am Wald und für den nachhaltigen Umgang mit dem Wald ein. Der Schutz vor Naturgefahren, der effiziente Umgang mit den Rohstoffen im Wald und der Erhalt eines vielfältigen Lebensraums und Erholungsraums gehören zu den Aufgaben des AWN (vgl. AWN, 2020a, 2021c).</p>	KwS, NL, BD, SK
	<p>Amt für Landwirtschaft und Geoinformation Graubünden (ALG)</p> <p>Das Amt für Landwirtschaft und Geoinformation ist ein Dienstleistungsbereich des Kantons Graubünden und ist zuständig für den Erhalt und die Förderung einer wettbewerbsfähigen Landwirtschaft. Es stimmt den Vollzug der Agrarpolitik des Bundes auf die kantonalen Verhältnisse ab. Es richtet die Direktzahlungen aus und ist im Bereich der landwirtschaftlichen Strukturverbesserungen, Information und Beratung tätig. Im weiteren dient es als Kontrollstelle für Seilbahnen und Skilifte, sowie als Dienststelle für die amtlichen Vermessungen mit dem angegliederten GIS-Kompetenzzentrum (vgl. ALG, 2021c).</p>	TL

Stakeholder-Icon	Name und Beschreibung	Teilanalyse
	<p>Amt für Raumentwicklung Graubünden (ARE)</p> <p>Das ARE Graubünden ist eine Amtsstelle des Kantons Graubünden, die für die Aufbereitung und Umsetzung der Raumordnungspolitik zuständig ist. Das ARE will langfristigen volkswirtschaftlichen Nutzen fördern, wobei mit den natürlichen Ressourcen schonend umgegangen werden soll. Es analysiert die räumliche Entwicklung und begleitet Orts- und Regionalplanungen (ARE (GR), 2021).</p>	TL
	<p>Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden (AWT)</p> <p>Das Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden setzt sich für die Stärkung des Wirtschafts- und Tourismusstandortes Graubünden ein. Dafür steht es Unternehmen, Touristenorganisationen und Gemeinden beratend zur Seite und unterstützt innovative Projekte finanziell (vgl. AWT, 2021b).</p>	KwS, TL
	<p>Denkmalpflege Graubünden</p> <p>Die Fachstelle des Kantons Denkmalpflege Graubünden berät Bauherrschaften beim Umsetzen von Baugesetzen. Neben der Erhaltung von Ortsbildern wie jenes von Luzein beschäftigt sie sich ausserdem mit Fragestellungen bezüglich Bauten ausserhalb der Bauzone (vgl. Denkmalpflege Graubünden, 2021).</p>	SK
	<p>Region Prättigau/Davos</p> <p>Die Körperschaft Region Prättigau/Davos ist dafür zuständig, einen regionalen Richtplan zu erstellen (Region Prättigau/Davos, 2021).</p>	SK
	<p>Gemeinde Luzein</p> <p>Der Gemeindevorstand Luzein setzt verschiedene Vorgaben von Bund und Kanton um. Er strebt eine touristisch attraktive, spannende Wohngemeinde an, die im Einklang mit der Natur bewirtschaftet wird sowie eine gute Zusammenarbeit mit den Nachbargemeinden hat (vgl. Gemeinde Luzein, 2021c).</p> <p>Das Bauamt Luzein ist, als Teil der Gemeindeverwaltung, für die Erstellung des Nutzungsplanes und für die Infrastrukturplanung auf dem Gemeindegebiet verantwortlich (Baugesetz der Gemeinde Luzein, 2019).</p> <p>Die Einwohner und Einwohnerinnen der Gemeinde Luzein können sich als Stimmbürger und -bürgerinnen in den politischen Prozess einbinden. Sie wünschen sich eine hohe Lebensqualität und somit genügend Verdienstmöglichkeiten vor Ort und ausreichend Wohnraum (vgl. Gemeinde Luzein, 2021c).</p>	NL, BD, RW, TL, SK
Verbände und Vereine		
	<p>Prättigau Tourismus GmbH</p> <p>Prättigau Tourismus fördert den Tourismus im Prättigau durch die Vermarktung regionaler Tourismusangebote. Die Marketingorganisation ist Ansprechpartner für die Tourismusbranche im Prättigau und vertritt deren Interessen nach aussen (vgl. Prättigau-Tourismus, 2021).</p>	KwS, BD, RW, TL, SK
	<p>Pro Natura</p> <p>Pro Natura steht stellvertretend für die Naturschutzverbände und engagiert sich in der Naturschutz- und Umweltpolitik (Pro Natura Graubünden, 2021b).</p>	KwS, BD, RW

Stakeholder-Icon	Name und Beschreibung	Teilanalyse
	<p>Bündner Bauernverband (BBV) Prättigau Tourismus fördert den Tourismus im Prättigau durch die Vermarktung regionaler Tourismusangebote. Die Marketingorganisation ist Ansprechpartner für die Tourismusbranche im Prättigau und vertritt deren Interessen nach aussen (vgl. Prättigau-Tourismus, 2021).</p>	<p>Risiken durch Wasser</p>
	<p>Hauseigentümerverband Graubünden (HEV) Der Hauseigentümerverband vertritt die Interessen der Hauseigentümer und -eigentümerinnen im Kanton Graubünden und setzt sich für eine eigentumsfreundliche Politik ein (HEV (GR), 2021).</p>	<p>NL, SK</p>
<p>Sonstige Stakeholder und Stakeholderinnen (Unternehmen, Firmen, Forschung, etc.)</p>		
	<p>Gebäudeversicherung Graubünden (GVG) Nach Art.3 Abs.1 Gebäudeversicherungsgesetz (GebVG) hat die GVG eine Monopolstellung in der Gebäudeversicherung. Sie versichert private und öffentliche Gebäude gegen Feuer und Elementarschäden. Durch ihre Monopolstellung kann sie Entscheidungen massgeblich beeinflussen, indem sie den Nutzungsplan absegnet oder bei Baubewilligungen mitentscheidet (vgl. GVG, 2021; Lunz et al., 2017).</p>	<p>NL</p>
	<p>Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) Das SLF stellt für Behörden und Bevölkerung Vorhersagen, Informationen und Warnungen bezüglich Extremereignissen zur Verfügung (SLF, 2020b).</p>	<p>NL</p>
	<p>Skilift Junker AG & Skilift Pany AG Betreiben die beiden Skilifte St. Antonien und Pany in der Gemeinde Luzein. Sie sind an einem reibungslosen Betrieb interessiert (Skilift Junker AG, 2021).</p>	<p>KwS, TL</p>
	<p>Abwasserverband Vorderes Prättigau (AVVP) Die ARA Vorderes Prättigau in Seewis (Grüsch) reinigt das Abwasser von ca. 9000 Einwohnern aus den sieben Verbandsgemeinden Fideris, Furna, Grüsch, Jenaz, Luzein, Schiers und Seewis (Aqua & Gas, 2017).</p>	<p>RW</p>
	<p>Kraftwerk Schanielabach AG Das Kraftwerk Schanielabach ist im Besitz der Gemeinde und eines privaten Investors und wird durch die Kraftwerk Schanielabach AG betrieben. Diese ist an einem durchgehenden Betrieb des Kraftwerks interessiert, um möglichst viel Energie zu produzieren (vgl. Kraftwerk Schanielabach AG, 2019; Punkt 4 Info, 2019).</p>	<p>RW</p>

11 Referenzen

- Abwassergesetz der Gemeinde Luzein. Gesetz über die Abwasserbehandlung (April 2018). Abwassergesetz Gemeinde Luzein.
- Ackermann, F., & Eden, C. (2011). Strategic Management of Stakeholders: Theory and Practice. *Long Range Planning*, 44(3), 179–196. doi: 10.1016/j.lrp.2010.08.001
- Aeschimann, P., Bachmann, N., Becker, Y., Berchtold, T., Brun, L., & Büchi, S. (2020). Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein. Teilanalyse Naturgefahren Lawinen. Gruppe 1.
- Akademien der Wissenschaften Schweiz. (2016). Brennpunkt Klima Schweiz: Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Swiss Academies Reports (Bd. 11).
- Akademien der Wissenschaften Schweiz. (2019). Insektenchwund in der Schweiz und mögliche Folgen für Gesellschaft und Wirtschaft. Abgerufen von Bern: Akademien der Wissenschaften Schweiz (SCNAT): [https://portal-cdn.scnat.ch/asset/c4c7f276-c58d-57cc-89d7-f0894f0cd59b/Faktenblatt Insekten?b=c5e07310-9bbb-5173-95ea-eaf-44d80efe4&v=2b9d6f2c-b01d-53be-892c-3e326a24e763_0&s=14eRtYgZGiRYg5ClzVZAgm_YBmg9ImA20s-VdGyPV5dWLJ-R4aljMDnInJXn8kyNW7HC7FoFpBchn-a_JX](https://portal-cdn.scnat.ch/asset/c4c7f276-c58d-57cc-89d7-f0894f0cd59b/Faktenblatt%20Insekten?b=c5e07310-9bbb-5173-95ea-eaf-44d80efe4&v=2b9d6f2c-b01d-53be-892c-3e326a24e763_0&s=14eRtYgZGiRYg5ClzVZAgm_YBmg9ImA20s-VdGyPV5dWLJ-R4aljMDnInJXn8kyNW7HC7FoFpBchn-a_JX)
- Aktionsplan des Bundesrates. (2017). Aktionsplan. Strategie Biodiversität Schweiz. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): www.bafu.admin.ch/aktionsplan-biodiversitaet
- ALG. (2021a). Graubünden Interaktive Karten. Landwirtschaftliche Bewirtschaftung. Abgerufen 21. Mai 2021, von [https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Landwirtschaftliche Bewirtschaftung](https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Landwirtschaftliche%20Bewirtschaftung)
- ALG. (2021b). Graubünden Interaktive Karten. Abgerufen 12. Mai 2021, von [https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Landwirtschaftliche Bewirtschaftung](https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Landwirtschaftliche%20Bewirtschaftung)
- ALG. (2021c). Willkommen beim Amt für Landwirtschaft und Geoinformation. Abgerufen 18. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/alg/ueberuns/Seiten/default.aspx>
- Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit Graubünden. (2020). Untersuchungsbericht Trinkwasserqualität.
- ANU. (2015a). Klima in Graubünden – Quo Vadis? Klimastrategie Kanton Graubünden. Abgerufen von Chur: Amt für Natur und Umwelt Kanton Graubünden (ANU): https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/ANU-409-84d_Flyer.pdf
- ANU. (2015b). Klimawandel Graubünden. Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung. Arbeitspapier 1 einer kantonalen Klimastrategie. Abgerufen von Chur: Amt für Natur und Umwelt Kanton Graubünden (ANU): https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/ANU-409-80d_Arbeitspapier1.pdf
- ANU. (2015c). Klimawandel Graubünden. Analyse der Risiken und Chancen. Arbeitspapier 3 einer kantonalen Klimastrategie. Abgerufen von Chur: Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU): https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/ANU-409-82d_Arbeitspapier3.pdf
- ANU. (2015d). Klimawandel Graubünden. Synthese der Herausforderungen und Handlungsfelder. Arbeitspapier 4 einer kantonalen Klimastrategie. Abgerufen von Chur: Amt für Natur und Umwelt Kanton Graubünden (ANU): https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/ANU-409-80d_Arbeitspapier1.pdf
- ANU. (2016). Richtlinien des Kantons Graubünden für Vernetzungskonzepte. Abgerufen von Chur: Amt für Natur und Umwelt Kanton Graubünden (ANU): https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/NLW063d_Richtlinien_Vernetzungsprojekte.pdf
- ANU. (2020). Gewässerschutzkarte [unveröffentlicht].
- ANU. (2021a). Biotop- und Landschaftsinventar. Abgerufen 12. April 2021, von [https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Biotop- und Landschaftsinventar](https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Biotop-und%20Landschaftsinventar)
- ANU. (2021b). Willkommen beim Amt für Natur und Umwelt Graubünden. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/Seiten/home.aspx>
- ANU. (2021c). Willkommen beim Amt für Natur und Umwelt Graubünden. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/Seiten/home.aspx>
- Aqua & Gas. (2017). ARA Vorderes Prättigau. Abgerufen 29. Mai 2021, von [https://www.aquaetgas.ch/aktuell/portrait/20170829-portrait-prättigau/](https://www.aquaetgas.ch/aktuell/portrait/20170829-portrait-praettigau/)
- ARE. (2020a). Was ist ein Richtplan? Abgerufen von <https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/strategie-und-planung/kantonale-richtplaene/was-ist-ein-richtplan.html>
- ARE. (2020b). Zweitwohnungen. Abgerufen 16. November 2020, von <https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/raumplanungsrecht/zweitwohnungen.html>
- ARE (GR). (2007). Siedlungsbericht Graubünden. Abgerufen von Amt für Raumentwicklung Graubünden: <https://docplayer.org/66088681-Siedlungsbericht-graubuenden.html>
- ARE (GR). (2021). Willkommen beim Amt für Raumentwicklung. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/are/Seiten/default.aspx>
- Arnet, F., Appenzeller, L., Timcke, L., Benninger, M., Brügger, P., & Bandel, T. (2020). Teilanalyse Naturgefahren Lawinen Gruppe 3.
- AWN. (2009). Naturgefahren bedrohen den Menschen seit Jahrtausenden. Faktenblatt 10. Abgerufen von Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden (AWN): http://www.tur.ch/graphics/pdf/Faktenblatt_Amt_f_Wald_GR.pdf
- AWN. (2012). St. Antonier-Gefahrenzonenmodell, Faktenblatt zu den betroffenen Gebäuden (Entwurf) [unveröffentlichte Studierendenarbeit]. Abgerufen von Chur: <https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/folder/view.php?id=509785>
- AWN. (2020a). Naturgefahren in Graubünden. Abgerufen von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/diem/awn/naturgefahren/Seiten/Naturgefahren.aspx>

- AWN. (2020b). Topographische Karte: Schneegrenze RCP 8.5 [unveröffentlicht].
- AWN. (2021a). Gefahrenkarte Prozess Lawinen. Abgerufen 12. Mai 2021, von [https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Naturgefahren - Gefahrenkarte?lang=de](https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Naturgefahren-Gefahrenkarte?lang=de)
- AWN. (2021b). Naturgefahren – Gefahrenkarte. Abgerufen 12. Mai 2021, von [https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Naturgefahren - Gefahrenkarte](https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Naturgefahren-Gefahrenkarte)
- AWN. (2021c). Willkommen beim Amt für Wald und Naturgefahren. Abgerufen 15. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/diem/awn/Seiten/welcome.aspx>
- AWT. (2021a). Willkommen beim Amt für Wirtschaft und Tourismus. Abgerufen 13. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/awt/ueberuns/Seiten/default.aspx>
- AWT. (2021b). Willkommen beim Amt für Wirtschaft und Tourismus. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/awt/ueberuns/Seiten/default.aspx>
- BABS. (2013). Leitfaden KATAPLAN. Grundlage für kantonale Gefährdungsanalysen und Vorsorge. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS): https://www.babs.admin.ch/content/babs-internet/de/aufgabenbabs/gefaehrd Risiken/ktgefanalyse/_jcr_content/contentPar/tabs/items/dokumente/tabPar/downloadlist/downloadItems/531_1461743245898.download/88041_leitfadenkataplan_de.pdf
- BABS. (2020). Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS): <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/64111.pdf>
- BAFU. (2012). Strategie Biodiversität Schweiz. Umwelt-Diverses. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): <http://www.bafu.admin.ch/ud-1060-d>
- BAFU. (2016). Mikroverunreinigungen: Startschuss zum Ausbau der Kläranlagen. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen/rss-feeds/nach-dienststellen/alle-mitteilungen.msg-id-61763.html>
- BAFU. (2017a). Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung. Tratza-Pany. Objekt 320. Abgerufen von Bundesamt für Umwelt (BAFU): <https://data.geo.admin.ch/ch.bafu.bundesinventare-moorlandschaften/objectsheets/2017revision/cantons/gr.zip>
- BAFU. (2017b). Klimaerwärmung: Instabiler Permafrost führt zu häufigeren Bergstürzen. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/dossiers/klimaerwärmung-und-bergstuerzen.html#:~:text=Klimaerwärmung%3A Instabiler Permafrost führt zu häufigeren Bergstürzen,-31.08.2017 - In&text=Der Bergsturz von Bondo im,und türmten sich mit>
- BAFU. (2017c). Schweizer Abwasserreinigung – Eine Erfolgsgeschichte.
- BAFU. (2018a). Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/anpassung-an-den-klimawandel/strategie-des-bundesrates-zur-anpassung-an-den-klimawandel-in-de.html>
- BAFU. (2018b). Zustand der Fließgewässer. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-der-fluessgewaesser.html>
- BAFU. (2019a). Ein Minimum an Wasser für die Gewässer Restwasser in Flüssen und Bächen. Die Wasserkraft hinterlässt ihre Spuren. Ohne Wasser kein Leben. Restwasser in Flüssen und Bächen. Für die Natur – für uns alle. Abgerufen von https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/ud-umwelt-diverses/flyer-restwasser.pdf.download.pdf/UI-1923-D_Leporello_Restwasser_2019.pdf
- BAFU. (2019b). Moorlandschaften von nationaler Bedeutung. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/landschaft/fachinformationen/landschaftsqualitaet-erhalten-und-entwickeln/landschaften-von-nationaler-bedeutung/moorlandschaften-von-nationaler-bedeutung.html#:~:text=Eine Moorlandschaft ist eine stark,visuell>
- BAFU. (2020a). Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Aktionsplan 2020-2025. Umwelt-Info (Bd. 2022). Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/ui-umwelt-info/aktionsplan-anpassung-an-den-klimawandel-in-der-schweiz-2020-2025.pdf.download.pdf/Aktionsplan_Anpassung_an_den_Klimawandel_in_der_Schweiz_-_2020-2025.pdf
- BAFU. (2020b). Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz. Umwelt-Info (Bd. 2027). Abgerufen von Bundesamt für Umwelt (BAFU): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/ui-umwelt-info/bericht-zum-stand-der-umsetzung-des-integralen-risikomanagements-von-naturgefahren.pdf.download.pdf/d_BAFU_UI-2027_BUNG20_bf.pdf
- BAFU. (2021a). Bundesamt für Umwelt BAFU. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home.html>
- BAFU. (2021b). Das BAFU in Kürze. Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/amt/das-bafu-in-kuerze.html>
- BAFU. (2021c). Forschungen zeigen: Klimawandel verändert Umgang mit Ressource Wasser. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/mitteilungen.msg-id-82700.html>
- Bardill, T. (2006). *Luzein. Mit den Fraktionen Pany, Luzein, Buchen und Putz*. Chur: Casanova Druck und Verlag AG.
- Bätzing, W. (1997). *Kleines Alpen-Lexikon*. München: C. H. Beck.
- Baugesetz der Gemeinde Luzein. Baugesetz Luzein (23. April 2019). Baugesetz Luzein.

- BBV. (2021a). Herzlich Willkommen beim Bündner Bauernverband. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.agrischa.ch/bündner-bauernverband>
- BBV. (2021b). Leitbild. Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.agrischa.ch/bündner-bauernverband>
- Bebi, P., Teich, M., Schwaab, J., Krumm, F., Walz, A., & Grêt-Regamey, A. (2012). Schlussbericht im Rahmen des BAFU/WSL-Forschungsprogramms Wald und Klimawandel. Entwicklung und Leistungen von Schutzwäldern unter dem Einfluss des Klimawandels. Wald und Klimawandel. Abgerufen von Davos: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL): 10.3929/ethz-b-000311173
- Bergamini, A., Ginzler, C., Schmidt, B. R., Bedolla, A., Boch, S., Ecker, K., ... Holderegger, R. (2019). Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung : Resultate 2011 – 2017 der Wirkungskontrolle Biotop- schutz Schweiz. WSL Berichte, 85, 1–104. Abgerufen von https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A22012/datastream/PDF/download/Bergamini-2019-Zustand_und_Entwicklung_der_Biotope-%28published_version%29.pdf
- BFS. (2016). Way Back Machine: Gemeinde Luzein. Abgerufen 2. Mai 2021, von https://web.archive.org/web/20150910234348/https://www.pxweb.bfs.admin.ch/default.aspx?px_language=en
- BFS. (2020). Regionalporträts 2020. Kennzahlen aller Gemeinden. Abgerufen 14. November 2020, von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/regionalstatistik/regionale-portraets-kennzahlen/gemeinden.assetdetail.11587763.html>
- BFS. (2021). STAT-TAB – interaktive Tabellen (BFS). Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/en/home/services/recherche/stat-tab-online-data-search.html>
- BLW. (2021). Das Bundesamt für Landwirtschaft – Auftrag. Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/das-blw/auftrag.html>
- Boesch, M. (1992). Der Untergang der Maiensäss-Kultur. Zum Kulturlandschaftswandel im Alpenraum. Bündner Monatsblatt, 4, 312–323. Abgerufen von https://download.burgenverein-untervaz.ch/downloads/dorfgeschichte/1992-Der_Untergang_der_Maiensäss-Kultur.pdf
- Brand, F. S., & Jax, K. (2007). Resilience as a Descriptive Concept and a Boundary Object. *Ecology and Society*, 12(1), art23.
- Brembilla, A., & Enzler, K. (2010). Leben mit Lawinen St. Antönien. St. Antönien. Leben mit Lawinen. Abgerufen von Graubünden: Walsertvereinigung Graubünden: <https://docplayer.org/40828402-Leben-mit-lawinen-st-antoenien.html>
- Bründl, M., Etter, H. J., Steiniger, M., Klingler, C., Rhyner, J., & Ammann, W. J. (2004). IFKIS – A basis for managing avalanche risk in settlements and on roads in Switzerland. *Natural Hazards and Earth System Science*, 4(2), 257–262. doi: 10.5194/nhess-4-257-2004
- Brunner, S., Campell, F., Conzett, F., Demarmels, F., Enarson, M., & Gisler, J. (2020). Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein. Teilanalyse Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft. Gruppe 3.
- Bundi, E. (2007). *Raum Graubünden : Dokumentation Raumplanung und Raumentwicklung*. Chur: Südostschweiz Buchverlag.
- BUWAL. (2002). Moore und Moorschutz in der Schweiz. Diverse Schriften DIV (Bd. 8815). Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biodiversitaet/ud-umwelt-diverses/moore_und_moorschutzinderschweiz.pdf.download.pdf/moore_und_moorschutzinderschweiz.pdf
- BV. *Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft*, No. SR 101 (18. April 1999). Bundesverfassung.
- Cavelti, G., & Kopainsky, B. (2008). Strategien zum Umgang mit potenzialarmen Räumen. Erarbeitet am Beispiel der Kantone Graubünden und Uri (Bericht Graubünden). Abgerufen von RegioSuisse: <https://regiosuisse.ch/sites/default/files/2016-08/studie-potenzialarme-raeume.pdf>
- Cheda, A., Graber, A., Klein, A. L., Koch, A., Koch, R., Pflazgraf, M., ... Walo, Y. (2020). Dokumentation zur Modellierung der Schneegrenze in Luzein [unveröffentlichte Studierendenarbeit].
- CO₂-Gesetz. *Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen*, No. 641.71 (Dezember 2011).
- Cordillot, F., & Klaus, G. (2011). Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biodiversitaet/uz-umwelt-zustand/gefaehrdete_arteninderschweiz.pdf.download.pdf/gefaehrdete_arteninderschweiz.pdf
- Darnuzer Ingenieure AG. (2013). Gesamtmelioration Luzein. Auflageprojekt. Technischer Bericht. Abgerufen von Davos: ARGE Geomatik AG: <https://docplayer.org/26406450-Gesamtmelioration-luzein-auflageprojekt-technischer-bericht-arge-geomatik-ag-c-o-darnuzer-ingenieure-ag-braemabueelstrasse-15.html>
- Darnuzer Ingenieure AG. (2021). Zonenplan. Abgerufen 24. Mai 2021, von https://darnuzer.mapserver.ch/public/?lang=de&basemap=av&blp=1&x=2796999.5&y=1184278.5&zl=0&hl=0&layers=eav_proj_bb
- Denkmalpflege Graubünden. (2021). Willkommen bei der Denkmalpflege Graubünden. Abgerufen von <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/afk/dpg/Seiten/start.aspx>
- Dettwiler, J., Clément, J.-P., & Chassot, G. (2006). Düngung und Umwelt. Fachkommentare zum anwendbaren Bundesrecht. Umwelt-Wissen. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/chemikalien/uw-umwelt-wissen/duengung_und_umwelt.pdf.download.pdf/duengung_und_umwelt.pdf
- DZV. *Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft*, No. SR 910.13 (23. Oktober 2013). Direktzahlungsverordnung.
- economiesuisse. (2019). Wie wird die Landwirtschaft in der Schweiz subventioniert? Abgerufen 11. November 2020, von <https://www.economiesuisse.ch/de/dossier-politik/wie-wird-die-landwirtschaft-der-schweiz-subventioniert>
- Eichenberger Revital SA. (2018). Revitalisierung der Aue Dalvazza. Abgerufen von Chur: azoom kommunikation: https://www.azoom.ch/assets/media/download/RZ_Eichenberger_Kueblis_Infotafel_low.pdf
- Elsasser-Rusterholz, B. A. (1969). *Bündnerische Walserkolonien*. Zürich.

- Elsasser, H., & Bürki, R. (2002). Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate Research*, 20(3), 253–257. doi: 10.3354/cr020253
- Fachstelle für Gebirgswaldpflege. (2020). Wie verhindert Wald Lawinen? – Schutzwald Schweiz. Abgerufen 19. November 2020, von <http://www.schutzwald-schweiz.ch/de/161.html>
- Federspiel, A. (2015). Sonderregelung Gefahrenzone [unveröffentlichte Arbeit]. Totalrevison Ortplanung.
- Finger, A., & Weibel, F. (2001). Graubünden und Tessin = Grigioni e Ticino. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik (BFS).
- Finze-Michaelsen, H. (1988). *Die Geschichte der St. Antönier Lawinen*. Schiers: AG Buchdruckerei Schiers.
- Fischer, M., Altermatt, F., Arlettaz, R., Bartha, B., Baur, B., Bergamini, A., ... Gonseth, J.-Y. (2015). Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Die Analyse der Wissenschaft. Abgerufen von Bern: Forum Biodiversität Schweiz et al.: https://scnat.ch/en/uuid/i/98c36b3f-f463-5f14-9f45-8ac30af9c419-Zustand_der_Biodiversität_in_der_Schweiz_2014_-_Die_Analyse_der_Wissenschaft
- Fischlin, A., & Haerberli, W. (2008). Auch in der Schweiz wirkt sich der Klimawandel zunehmend aus. Das Klima ändert – was nun? Der neue UN-Klimabericht (IPCC 2007) und die wichtigsten Ergebnisse aus Sicht der Schweiz. Abgerufen von Bern: OcCC - Organe consultatif sur les changements climatiques.:
- Flury, C., Gotsch, N., & Rieder, P. (2005). Site-specific and regionally optimal direct payments for mountain agriculture. *Land Use Policy*, 22(3), 207–214. doi: 10.1016/j.landusepol.2004.02.003
- Flütsch, Ernst. (2020a, November). 3. Zwischenbericht (2. mal) [persönliche Mitteilung].
- Flütsch, Ernst. (2020b, November). Fragerunde an der virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Flütsch, Ernst. (2020c, November). Gespräch zur Landwirtschaft und Tourismus [Videokonferenz].
- Flütsch, Erwin. (1976). *St. Antönien. Kulturlandschaftliche Aspekte einer Walsergemeinde*. Zürich: Selbstverlag.
- Flütsch, L. (2020, November). Email mit Foto von St. Antönien [persönliche Mitteilung].
- Flütsch, M. (2020, November). Email mit Fotos von St. Antönien [persönliche Mitteilung].
- Forster, S., Reutz, B., Gredig, H., Gruber, S., Herren, A., Müller-Wahl, P., & Strub, U. (2019). Machbarkeitsstudie Internationaler Naturpark Rätikon. Teilregion Prättigau Schlusentwurf. Abgerufen von Zürich: Georg Fromm, Regionalentwicklung Prättigau / Davos: https://www.raetikon.net/app/download/9768152884/2019+06+17_MBS_INP_Raetikon_Praettigau_Schlussentwurf.pdf?t=1561024038
- Fromm, G. (2020, November). Fragerunde an der virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Fromm, G., & Göpfert, D. (2019). Prättigau Aktuell. Prättigau Tourismus, (2), 1–8. Abgerufen von https://www.praettigau.info/content/download/8460/82228/version/1/file/LOWRES_Praettigau_Aktuell_April_2019.pdf
- Gazzarin, C. (2020, November). Emails zur Landwirtschaft [persönliche Mitteilung].
- GebVG. Gesetz über die Gebäuderversicherung im Kanton Graubünden, No. BR 830.100 (Juni 2019). Gebäudeversicherungsgesetz.
- Gemeinde Luzein. (2020a). In Kürze. Abgerufen 2. Mai 2021, von <https://www.luzein.ch/de/portrait/kuerze>
- Gemeinde Luzein. (2020b). Luzein. Historisches. Abgerufen 11. November 2020, von <https://www.luzein.ch/de/portrait/historisches>
- Gemeinde Luzein. (2020c). Webseite Luzein.
- Gemeinde Luzein. (2020d). Zahlen und Fakten. Abgerufen 2. Mai 2021, von <https://www.luzein.ch/de/portrait/zahlen-und-fakten>
- Gemeinde Luzein. (2021a). Bauamt. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.luzein.ch/de/amtstelle/bauamt>
- Gemeinde Luzein. (2021b). Finanzwesen. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.luzein.ch/de/amtstelle/finanzwesen>
- Gemeinde Luzein. (2021c). Politik. Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.luzein.ch/de/politik>
- Gemeinde Luzein. (2021d). Tourismus. Abgerufen 12. April 2021, von <https://www.luzein.ch/de/tourismus>
- Göpfert, R. (2007). Ermittlung der Bewässerungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Nutzflächen im Kanton Graubünden. Abgerufen von Chur: Bündner Bauernverband (BBV), Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum Plantahof, Amt für Landwirtschaft und Geoinformation Kanton Graubünden (ALG): https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/alg/dokumentation/meliorationen/Dokumentliste_Meliorationen/Bericht_Bewaesserung.pdf
- Gruber, N. (2020, Oktober). Lehrveranstaltung Umweltsysteme II [persönliche Mitteilung].
- GSchG. Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, No. SR 814.20 (24. Januar 1991). Gewässerschutzgesetz.
- Gubser, C., Volkart, G., Dibner-Gerber, M., Eggenberg, S., Heindinger, C., Martin, M., ... Schmid, W. (2010). Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Vollzugshilfe zur Trockenwiesenverordnung. Umwelt-Vollzug, Nr. 1017, 1–83. Abgerufen von https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biodiversitaet/uv-umwelt-vollzug/trockenwiesen_und-weidenvonnationalerbedeutung.pdf.download.pdf/trockenwiesen_und-weidenvonnationalerbedeutung.pdf
- Guttfropf, J., Kosanak, A., Villiger, C., Fardo, G., Tschol, H., Keiser, J., & Kröcher, N. (2020). Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein. Teilanalyse Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft. Gruppe 4.
- GVG. (2021). Mission und Vision. Abgerufen 11. Mai 2021, von [https://gvgr.ch/Mission und Vision](https://gvgr.ch/Mission%20und%20Vision)
- Hanselmann, V. (2017). Jahresbericht 2016 des Delegierten im Abwasserverband Mittelprättigau.
- Hansemann-Bergamin, C., Senn-Stapfer, U., & Schneider, A. (1999). *Das Prättigau* (197. Aufl.). Bern: Schweizer Heimatbücher.
- Hardegger, M. (2020a). Interview [persönliche Mitteilung].
- Hardegger, M. (2020b, November). E-Mail Fragen an Martin Hardegger [persönliche Mitteilung].
- Hardegger, M. (2020c, November). Fragestunde an der virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Hardegger, M. (2021, Mai). Telefonat mit Martin Hardegger [persönliche Mitteilung].
- Hartmann, J. (2020a, November). Fragestunde an der virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].

- Hartmann, J. (2020b, November). Gespräch zur Biodiversität und ökologische Infrastruktur [persönliche Mitteilung].
- Hediger, W. (2016). Regionale Biolandwirtschaft und Tourismuswirtschaft in Graubünden. Marktgerechte Nutzung von Synergiepotenzialen. Abgerufen von Chur: Bio Grischun: <https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Aktuell/HTW-Studie-BioGrischun-2016-06-28.pdf>
- Hefti, R. (2020a, November). Fragestunde an der virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Hefti, R. (2020b, November). Online Fragestunde.
- Hettich, P. (2010). Wem gehört das Wasser ? SIB-Fachtagung, 8–13. Abgerufen von <https://www.alexandria.unisg.ch/58774/>
- HEV (GR). (2021). HEV Kanton Graubünden. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.hev-gr.ch/verband/hev-kanton-graubuenden/>
- Historisches Lexikon Schweiz (HLS). (2016). St. Antönien. Abgerufen 12. November 2020, von <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/013124/2016-12-08/>
- Hitz, F. (2008). *Die Sprecherhäuser in Luzein : Baudenk-mäler als Zeugen von Familien- und Regionalgeschich-te.* (L. Seifert-Uherkovich, Hrsg.). Zürich: Punktum.
- Hoffmann, S., Hunkeler, D., & Maurer, M. (2014). NFP 61 Thematische Synthese 3: Nachhaltige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in der Schweiz Herausforderungen und Handlungsoptionen. NFP 61. Abgerufen von Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG): http://www.nfp61.ch/SiteCollectionDocuments/nfp61_thematische_synthese_3_d.pdf
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., ... Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35. doi: 10.1890/04-0922
- Imesch, N., Stadler, B., Bolliger, M., & Schneider, O. (2015). Biodiversität im Wald: Ziele und Massnahmen. Vollzugshilfe zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt im Schweizer Wald. Umwelt-Vollzug, Nr. 1503, 1–186. Abgerufen von https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biodiversitaet/uv-umwelt-vollzug/biodiversitaet_imwaldzieleundmassnahmen.pdf.download.pdf/biodiversitaet_imwaldzieleundmassnahmen.pdf
- Info Flora. (2020). Neophyten Feldbuch. Abgerufen 8. Oktober 2020, von <https://obs.infoflora.ch/app/neophytes/de/index.html>
- Ingenieurbüro A. Rizzi. (2020). Übersichtsplan Wasserversorgung Luzein.
- Internationale Vereinigung für Walsertum. (2021). Siedlung. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.wir-walser.ch/die-walser/siedlung>
- Jenni, P. (2011). Naturgefahren im Siedlungsraum. Sulgen: Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW, Zentrum Urban Landscape und Universität Zürich, Geographisches Institut.
- Jöhl, R., Martin, M., & Senn, M. (2016). Beweidungskonzept Alp Valpun und Allmenden Pany. 3891/1/708 Alp Valpun 3891/1/712 Allmenden Pany. Abgerufen von Basel: Alpgenossenschaft Luzein-Pany, Amt für Natur und Umwelt Graubündne (ANU): https://moodle-app2.let.ethz.ch/pluginfile.php/944113/mod_folder/content/0/B_Weidekonzept_Alp_Valpun_Allmenden_Pany_160614_inklAnhang.pdf?forcedownload=1
- Jud, B. (2018). Bauen ausserhalb der Bauzonen Begriffe von A bis Z Raum. Raum & Umwelt. Abgerufen von Bern: EspaceSuisse: https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/planen-bauen/bauvorschriften/bauen-an-besonderer-lage/bauen-ausserhalb-von-bauzonen/formularemerkblaetter/ru_3_2018_bauen_ausserhalb_dt_web.pdf
- Kasper, C. (2020a). Fragestunde an der virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Kasper, C. (2020b, November). Fragerunde zur virtuellen Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Kasper, C. (2020c, November). Zoom-Meeting [Mitteilung an die Studierenden].
- KGschG. *Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer*, No. BR 815.100 (8. Juni 1997). Kantonales Gewässerschutzgesetz.
- Knab, L. (2006). Maiensasse in Graubünden. Ein Element des kulturellen Erbes zwischen Erhaltung und Weiterentwicklung. Geographisches Institut der Universität Zürich. Abgerufen von Zürich: Universität Zürich: http://www.parcs.ch/ela/pdf_public/2016/32553_20160105_104742_Knab-DA_Maiensaess.pdf
- Köllner, P., Gross, C., Schäppi, B., Füssler, J., Lerch, J., & Nauser, M. (2017). Klimabedingte Risiken und Chancen. Eine schweizweite Synthese. Umwelt-Wissen (Bd. 1706). Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-wissen/klimabedingte-risiken-und-chancen.pdf.download.pdf/UV-1706-D_SyntheseBericht_KlimarisikenChancen.pdf
- Kowarik, I., & Rabitsch, W. (2010). *Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa* (2., erw.). Stuttgart: Ulmer Verlag.
- Kraftwerk Schanielabach AG. (2019). Geschäftsbericht 2019. Abgerufen von Pany: https://www.luzein.ch/system/files/2020-07/GB_2019_KWS.pdf
- Krämer, W. (1995). *Wie schreibe ich eine Seminar-, Examens- und Diplomarbeit* (4., erw. u). Stuttgart: G. Fischer.
- Krebs, R., Egli, M., Schulin, R., & Tobias, S. (2017). Raumplanung für einen haushälterischen Umgang mit Boden. In R. Krebs, M. Egli, R. Schulin, & S. Tobias (Hrsg.), *Bodenschutz in der Praxis* (S. 126–127). Bern: Haupt Verlag.
- KRG. *Raumplanungsgesetz für den Kanton Graubünden*, No. BR 801.100 (6. Dezember 2004). Kantonales Raumplanungsgesetz.
- KRVO. *Raumplanungsverordnung für den Kanton Graubünden* (Mai 2005).
- Lauber, S., Herzog, F., Seidl, I., Böni, R., Bürgi, M., Gmür, P., ... Wunderli, R. (2014). Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Birmensdorf, Zürich-Reckenholz: Eidg. Forschungsanstalt WSL, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon. Abgerufen von <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A10511/datastream/PDF/view>
- Lunz, E., Peng, M., Stockmann, R., & Wilhelm, C. (2017). Gefahrenzonen in Graubünden. Leitfaden. Abgerufen von Chur: AWN, ARE (GR), GVG: https://vgv.gr.ch/sites/default/files/2017-11/Leitfaden_Gefahrenzonen_in_Graubunden.pdf
- Luther, A., Meyer, L., Lebender, M., Koradi, N., & Seeholzer, I. (2020). Fallthema: Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein: Teilanalyse Wasser.

- LwG. *Bundesgesetz über die Landwirtschaft*, No. SR 910.1 (29. April 1998). Landwirtschaftsgesetz.
- Maikoff, M., & Pitsch, N. (2018). Erneuerungs- und Ergänzungsjahr Lawinenverbau Chüenihorn.
- Margreth, S. (2007). Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Umwelt-Vollzug (Bd. 0704). Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/publikationen-studien/publikationen/lawinenverbau-im-anbruchgebiet.html>
- Margreth, S. (2015). Übersicht Lawinenschutz in der Schweiz – wo stehen wir heute? WSL Berichte, 34, 39–46. Abgerufen von https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A20751/datastream/PDF/Margreth-2015-Übersicht_Lawinenschutz_in_der_Schweiz_-_%28published_version%29.pdf
- Martin, M., Jöhl, R., & Senn, M. (2017). Regionales Vernetzungskonzept Schiers/Luzern. Vernetzungskonzept. Abgerufen von Basel: Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU): https://moodle-app2.let.ethz.ch/pluginfile.php/944113/mod_folder/content/0/B_Projektverlaengerung_Schiers-Luzern_170731_inklAnhang.pdf?forcedownload=1
- Martin, M., Senn, M., Jöhl, R., Müller, R., & Sartor, K. (2016). Landschaftsqualität Prättigau. Projektbericht. Abgerufen von Basel: Bauernverein Prättigau: <https://docplayer.org/134438097-Landschaftsqualitaet-praettigau.html>
- Marty, C., Phillips, M., Lehning, M., Wilhelm, C., & Bauder, A. (2009). Klimaänderung und Naturgefahren in Graubünden. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 160(7), 201–209. doi: 10.3188/szf.2009.0201
- Meteo Schweiz. (2019). Klimareport 2018. Abgerufen von Zürich: Meteo Schweiz:
- Meteo Schweiz. (2020). Klimadiagramme. Temperatur Davos.
- Meteoblue. (2021). Klima Landquart GR. Abgerufen 24. Mai 2021, von https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodell/landquart-gr_schweiz_2660042
- Michel, B. (2020, November). Lawinenrettung in St. Antönien [persönliche Mitteilung Gruppe NL 1].
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being. Synthesis. Washington, DC.: ISLAND PRESS. Abgerufen von <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Montigni, G. (2021). Profession. Abgerufen 27. April 2021, von <https://thenounproject.com/simpleicon/collection/profession/>
- Müller, H., & Weber, F. (2008). 2030: Der Schweizer Tourismus im Klimawandel. Abgerufen von Bern: Schweizer Tourismus: https://scnat.ch/en/uuid/i/2809c16d-1d56-56c0-b46d-40b17dbf2932-2030%3A_Der_Schweizer_Tourismus_im_Klimawandel.
- NCCS (Hrsg.) 2018: CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich
- NCCS. (2018a). CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report.
- NCCS. (2018b). Klimaszenarien CH2018 Alpen. Lokale Veränderungen.
- NHG. *Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz*, No. SR 451 (1. Juli 1966). Natur- und Heimatschutzgesetz.
- NHV. *Verordnung über den Natur- und Heimatschutz*, No. SR 451.1 (16. Januar 1991). Natur- und Heimatschutzverordnung.
- Niedermaier, M., Plattner, G., Egger, G., Essl, F., Kohler, B., & Zika, M. (2011). Moore im Klimawandel. Studie des WWF Österreich, der Österreichischen Bundesforste und des Umweltamtes. WWF. Abgerufen von Wien: WWF Österreich: https://www.bundesforste.at/uploads/publikationen/Studie_Moore_im_Klimawandel_2010_01.pdf
- OcCC. (2007). Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Abgerufen von Bern: Organe consultatif sur les Changements Climatiques (OcCC)/ ProClim: https://portal-cdn.scnat.ch/asset/c8b3c461-6de0-533a-8f0c-ecb321361897/291?b=012c5932-0120-5c3e-8fb4-6147f56b59b7&v=9faeec2f-77f2-56d3-8655-a5ebddfa6c6b_0&s=IQ2sCvgZX-Url23T-nUxUPXLg5xWjGO-5HEjnCachApXchtzf3kZbxIRY-j6INbnk0cb5LVYiTUDKQsj6T2CCnamDHkI027FTI
- OECD. (2007). *Klimawandel in den Alpen. Anpassung des Wintertourismus und des Naturgefahrenmanagements*. Paris: OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264016071-de
- Peng, W. (2018). Raumentwicklung Graubünden 2018. Bericht zur Raumentwicklung und Raumordnung Graubünden 2018. Abgerufen von Chur: Amt für Raumentwicklung: https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/are/publikationen/Raumentwicklung_2018.pdf
- Perroud, M., & Bader, S. (2013). Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen. Umwelt-Zustand (Bd. 1308). Abgerufen von Zürich: https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uz-umweltzustand/klimaaenderung_inderschweizindikatorenzuursachenauswirkungenmass.pdf.download.pdf/klimaaenderung_inderschweizindikatorenzuursachenauswirkungenmass.pdf
- Pfenninger, P., Simonett, J., & Badilatti, M. (1995). Siedlungs- und Landschaftswandel in Graubünden. Chur: Amt für Raumplanung Graubünden. Abgerufen von <https://www.cipra.org/de/publikationen/2359>
- Pfiffner, L., & Graf, R. (2010). Mit Leitarten die Vielfalt fördern. *Ökologie & Landbau*, 155(3), 46–48.
- Pitsch, N. (2011). Intensitätskarten Lawinen Chüenihorn-St. Antönien Technischer Bericht und Intensitätskarten.
- Pointinger, A. (2020). Kraftwerk Schanielabach versorgt 1.500 Haushalte und macht Schluss mit Stromausfällen.
- Prättigau-Tourismus. (2021). Wir über uns. Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.praettigau.info/Service/Wir-ueber-uns>
- Priewasser, K., Burga, C. A., & Schmidt, M.W.I. (2008). Erfassung und Analyse der Phyto-Biodiversität von Lebensräumen im Oberengadin. Abgerufen von Hausen: Geographisches Institut der Universität Zürich: [https://swisscovery.sls.ch/discovery/search?query=any,contains,Erfassung und Analyse der Phyto-Biodiversität von Lebensräumen im Oberengadin&tab=41SLSP_NETWORK&search_scope=DN_and_CI&vid=41SLSP_NETWORK:VU1_UNION&lang=de&offset=0](https://swisscovery.sls.ch/discovery/search?query=any,contains,Erfassung%20und%20Analyse%20der%20Phyto-Biodiversit%C3%A4t%20von%20Lebensr%C3%A4umen%20im%20Oberengadin&tab=41SLSP_NETWORK&search_scope=DN_and_CI&vid=41SLSP_NETWORK:VU1_UNION&lang=de&offset=0)
- Pro Natura. (2020). Naturschutzgebiet Stelsersee (GR). Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.pronatura.ch/de/naturschutzgebiet-stelsersee>
- Pro Natura Graubünden. (2021a). Für mehr Natur – überall! Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.pronatura-gr.ch/de/ueber-uns>

- Pro Natura Graubünden. (2021b). Unsere Arbeit. Abgerufen 11. Mai 2021, von <https://www.pronatura-gr.ch/de/unsere-arbeit>
- Punkt 4 Info. (2019). Wasserkraftwerk Schanielabach stellt sich vor. Abgerufen 29. Mai 2021, von <https://punkt4.info/social-news/news/wasserkraftwerk-schanielabach-stellt-sich-vor.html>
- Qin, Y., Abatzoglou, J. T., Siebert, S., Huning, L. S., AghaKouchak, A., Mankin, J. S., ... Mueller, N. D. (2020). Agricultural risks from changing snowmelt. *Nature Climate Change*, 10(5), 459–465. doi: 10.1038/s41558-020-0746-8
- Region Prättigau/Davos. (2020). Regionalentwicklung. Abgerufen 12. Dezember 2020, von <http://www.praetigau-davos.ch/de/dieregion/regionalentwicklung>
- Region Prättigau/Davos. (2021). Über uns. Abgerufen 23. Juni 2021, von <http://www.praetigau-davos.ch/de/dieregion/ueberuns/>
- Regiosuisse. (2020). Touristische Standortentwicklung Pany-Luzein / St. Antönien. Abgerufen 20. Oktober 2020, von <https://regiosuisse.ch/en/projects/ext/130/touristische-standortentwicklung-pany-luzein-st-antoenien>
- Rixen, C., Körner, C., Gugerli, F., Lauber, S., Jenny, E., Bühlmann, T., ... Alexander, J. (2013). Biodiversität in den Alpen. *Hotspot*, 27, 1–28. Abgerufen von https://portal-cdn.scnat.ch/asset/9e8da170-11ae-5946-8226-643b33c3af0a/Hotspot27_D?b=80530588-f350-584d-8ed3-b412451cab4b&v=1c7d8de4-3bdc-53ca-89f7-29bd0b6e2458_0&s=d8A5FE-YQLW-Hjsa8ZXfkdnQ77f5LQgKhin-nPpyqK53xgKKv94-GqGJUxqzTWZj0_TFJucxTh4MKUKC-uxhD0jLof
- Rixen, C., Stoeckli, V., & Ammann, W. (2003). Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 5(4), 219–230. doi: 10.1078/1433-8319-00036
- Rixen, C., Teich, M., Lardelli, C., Gallati, D., Pohl, M., Pütz, M., & Bebi, P. (2011). Winter Tourism and Climate Change in the Alps: An Assessment of Resource Consumption, Snow Reliability, and Future Snowmaking Potential. *Mountain Research and Development*, 31(3), 229–236. doi: 10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00112.1
- Rizzi, A. (2020, November). Fragestunde [persönliche Mitteilung].
- Rodewald, R., Schwyzer, Y., & Liechti, K. (2014). Katalog der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz. Grundlage zur Ermittlung von Landschaftsentwicklungszielen. Abgerufen von Bern: <https://www.sl-fp.ch/de/stiftung-landschaftsschutz-schweiz/dokumentation/katalog-charakteristische-kulturlandschaften-53.html>
- Röthlin, R., & Huwiler, S. (2016). Direktzahlungen. Abgerufen 12. Mai 2021, von <https://storytelling.blick.ch/infografik/2016/direktzahlungen/>
- RPG. *Bundesgesetz über die Raumplanung*, No. SR 700 (22. Juni 1979). Raumplanungsgesetz.
- RPV. Raumplanungsverordnung, No. SR 700.1 (Juni 2000).
- Rudolf-Miklau, F. (2011). *Handbuch Technischer Lawinenschutz*. Berlin: Ernst & Sohn.
- Sartori, K., & Müller, R. (2020). Vernetzungskonzept St. Antönien. Schlussbericht 1. Projektperiode 2010–2019. Abgerufen von Zürich: Umweltatelier GmbH: https://moodle-app2.let.ethz.ch/pluginfile.php/1003004/mod_folder/content/0/Vernetzungskonzept_StAntoenien/StAntoenien_Schlussbericht-Vernetzungskonzept_200127.pdf?forcedownload=1
- SBV. (2016). Kennzahlen zur Nachhaltigkeit der Schweizer Landwirtschaft. Abgerufen von Schweizer Bauernverband (SBV): https://www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/05_Themen/Nachhaltigkeit/SBV16_Nachhaltigkeitsbericht_D.pdf
- Schilcher, W., Margreth, S., Sauermoser, S., Skolaut, C., Mölk, M., & Rudolf-Miklau, F. (2012). Permanenter technischer Lawinenschutz: Schutzsysteme und Bautypen. In F. Rudolf-Miklau & S. Sauermoser (Hrsg.), *Handbuch Technischer Lawinenschutz* (S. 159–205). Berlin: Ernst & Sohn. doi: 10.1002/9783433600856.ch7
- Schneebeil, M., Laternser, M., Föhn, P., & Ammann, W. (1998). *Wechselwirkungen zwischen Klima, Lawinen und technischen Massnahmen*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Schwarz, F., Marendaz Guignet, E., Romang, H., Götting, T., Hitzfeld, B., Manser, R., ... Gassmann, A. (2016). Strategie der Schweiz zu invasiven gebietsfremden Arten. Abgerufen von Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU): https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biodiversitaet/fachinfo-daten/strategie_der_schweizzuinvasivengebietsfremdenarten.pdf.download.pdf/strategie_der_schweizzuinvasivengebietsfremdenarten.pdf
- Schweizer Radio und Fernsehen (SRF). (2014, Dezember 8). Reka-Feriendorf in Pany schliesst. Schweizer Radio und Fernsehen (SRF). Abgerufen 22. November 2020 von <https://www.srf.ch/news/regional/graubuenden/reka-feriendorf-in-pany-schliesst>
- Schweizer Radio und Fernsehen (SRF). (2021, März 7). Schiffbruch für den Naturpark Rätikon im Prättigau. Schweizer Radio und Fernsehen (SRF). Abgerufen 8. März 2021 von <https://www.srf.ch/news/abstimmungen/deutliches-nein-im-praetigau-schiffbruch-fuer-den-naturpark-raetikon-im-praetigau>
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2020a). Topographische Karte: Luzein Landnutzung 1979/85 [unveröffentlicht].
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2020b). Topographische Karte: Luzein Landnutzung 2004/09 [unveröffentlicht].
- Schweizerische Vogelwarte. (2020). [vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch/). Abgerufen 17. Oktober 2020, von <https://www.vogelwarte.ch/>
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches. (2018). Behandlung des Trinkwassers.
- Seidl, I., Martinoli, D., Gonsenth, Y., Righetti, A., Fehr, C., Fivaz, F., ... Fischer, M. (2012). Ökologische Infrastruktur. *Hotspot*, 25, 1–28. Abgerufen von https://portal-cdn.scnat.ch/asset/b2d07de8-fde0-544e-9a1d-46ea16823d62/Hotspot25_D?b=3d145598-e526-5523-b5d3-06e77da-49ef7&v=61820ff9-6514-5e51-8d82-54a75cb0e-ac3_0&s=MbtgWs_uYLBCy8hkF1SbxrY6-bIKmcbdfSRle3_4do-3I8SK2_NS6kBPrlVxvfJlad3SjwnDvLCLKV06Jl5hgKVt9GQ
- Sinreich, M., Kozel, R., Lützenkirchen, V., Matousek, F., Jeanin, P.-Y., Löw, S., & Stauffer, F. (2012). Grundwasserressourcen der Schweiz. *Aqua & Gas*, 9(September), 16–28.
- Skilift Junker AG. (2021). Infos zur Skilift Junker AG. Abgerufen 14. Mai 2021, von <https://www.skiliftjunker-stantoenien.ch/>
- SLF. (2020a). Lawinenarten. Abgerufen 29. November 2020, von <https://www.slf.ch/de/lawinen/lawinenkunde-und-praevention/lawinenarten.html#c278197>
- SLF. (2020b). Warn- und Informationssysteme. Abgerufen 10. April 2021, von <https://www.slf.ch/de/naturgefahren/umgang-mit-naturgefahren/warn-und-informationssysteme.html>

- SLF. (2021). Umgang mit Lawinengefahr ist UNESCO-Kulturerbe. Abgerufen 12. Mai 2021, von <https://www.slf.ch/de/ueber-das-slf/portrait/geschichte/unesco-kulturerbe.html>
- Spektrum Akademischer Verlag. (2020). Zersiedelung. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/zersiedelung/18561>
- Steiger, R., Posch, E., Tappeiner, G., & Walde, J. (2020). The impact of climate change on demand of ski tourism – a simulation study based on stated preferences. *Ecological Economics*, 170(January), 106589. doi: /10.1016/j.ecolecon.2019.106589
- Stiftung Wirtschaft und Ökologie SWO. (o. J.). Flach- und Hochmoore. Schutz und Pflege. Abgerufen von Schwerzenbach: Stiftung Wirtschaft und Ökologie SWO: <https://www.stiftungswo.ch/wp-content/uploads/Flyer-Flach-und-Hochmoore-SWO.pdf>
- Stöckli, V., & Ammann, W. (2015). Klimawandel Graubünden. Analyse der Risiken und Chancen. Arbeitspapier 3 der kantonalen Klimastrategie. Abgerufen von Chur: https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/ANU-409-82d_Arbeitspapier3.pdf
- Stöckli, V., Ammann, W., & Stal, M. (2015). Klimawandel Graubünden. Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung. Arbeitspapier 1 der kantonalen Klimastrategie. Abgerufen von Chur: https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/ANU_Dokumente/ANU-409-80d_Arbeitspapier1.pdf
- STW AG für Raumplanung. (2020a). Grundlagenbericht MWA. Abgerufen von Chur: Gemeinde Luzein: https://www.luzein.ch/system/files/2020-11/Grundlagenbericht_MWA.pdf
- STW AG für Raumplanung. (2020b). Kommunales räumliches Leitbild der Gemeinde Luzein. Abgerufen von <https://www.luzein.ch/de/news/oeffentliche-mitwirkungsaufgabe-kommunales-raeumliches-leitbild>
- Suda, J., Sauer Moser, S., Skolaut, C., & Rudolf-Miklau, F. (2012). Gebäude- und Objektschutz. In F. Rudolf-Miklau & S. Sauer Moser (Hrsg.), *Handbuch Technischer Lawinenschutz* (S. 363–377). Berlin: Ernst & Sohn. doi: 10.1002/9783433600856.ch10
- Swisstopo. (2020a). Karte der Schweiz. Abgerufen 29. November 2020, von <https://map.geo.admin.ch/?topic=swisstopo&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&E=2780119.35&N=1205241.81&zoom=6.5183608792857575>
- Swisstopo. (2020b). Landwirtschaftliche Zonengrenzen. Abgerufen 24. Mai 2021, von <https://map.geo.admin.ch/?topic=blw&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&catalogNodes=887,947&layers=ch.kantone.cadastralwebmap-farbe,ch.swisstopo.swissboundaries3d-gemeinde-flaeche.fill,ch.swisstopo.swissboundaries3d-kanton-flaeche.fill,ch.blw.l>
- TG. Kommunale Ausführungsbestimmungen zum Gesetz über Gästetaxen der Gemeinde Luzein (16. Juni 2014). Tourismusgesetz.
- Thalmann, K. (2015). *Oder das Tal aufgeben: die Lawinenschutzbauten von St. Antönien*. (N. Olonetzky, Hrsg.). Zürich: Scheidegger & Spiess.
- Tischhauser, M., Plaz, P., Christeller, A., Arpagaus, E., Zanetti, L., & Feiner, J. (2015). Standortentwicklungsstrategie Prättigau / Davos. Ziele, Schwerpunkte und Massnahmen für die Standortentwicklung in der Region Prättigau/Davos. Abgerufen von Küblis und Davos: Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden: <http://www.praettigau-davos.ch/dl.php/de/0eyun-y3fspp/Standortentwicklungsstrategie.pdf>
- Tobias, S. (2020, Oktober). Vortrag zur Einführung zur Teilanalyse Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaften [persönliche Mitteilung].
- TwvV. *Verordnung über den Schutz der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung*, No. SR 451.37 (13. Januar 2010). Trockenwiesenverordnung.
- UPL ETH Zürich. (2020a). Teilanalysethemen: Fragestellungen, Ausgangsliteratur und Überblick der gesetzlichen Grundlagen.
- UPL ETH Zürich. (2020b, November). Exkursion in Luzein, Pany und St. Antönien.
- UPL ETH Zürich. (2020c, November 19). 01 Angelo Rizzi – Ressource Wasser.
- UPL ETH Zürich. (2020d, November 19). 02 Ernst Flütsch – Landwirtschaft und Tourismus. Youtube.
- UPL ETH Zürich. (2020e, November 19). 03 Jann Bardill – Landwirtschaft.
- UPL ETH Zürich. (2020f, November 19). 04 Christian Kasper – Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft.
- UPL ETH Zürich. (2020g, November 19). 05 Josef Hartmann – Biodiversität und ökologische Infrastruktur.
- UPL ETH Zürich. (2020h, November 19). 06 Martin Hardegger – Naturgefahren Lawinen & Klimawandel und Schnee.
- USG. Bundesgesetz über den Umweltschutz, No. SR 814.01 (Oktober 1983). Umweltschutzgesetz.
- Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen. (2019). Luzein hat ein neues Wasserkraftwerk. Abgerufen 10. Mai 2021, von <https://www.strom.ch/de/pressemitteilung/luzein-hat-ein-neues-wasserkraftwerk>
- WaG. *Bundesgesetz über den Wald*, No. SR 921.0 (4. Oktober 1991). Waldgesetz.
- Walservereinigung Graubünden (WVG). (2020). Walservereinigung Graubünden. Abgerufen 20. Mai 2021, von <https://www.walserverein-gr.ch/index.php/homepage-v2.html>
- Wasserversorgungsgesetz der Gemeinde Luzein. *Gesetz über die Wasserversorgung* (13. April 2018).
- WBG. Bundesgesetz über den Wasserbau, No. SR 721.00 (21. Juni 1991).
- Weidmann, M. (2020). GraNat – Graubünden & Naturgefahren – Die Lawine über ein Gebäude hinweg lenken. Abgerufen 4. Dezember 2020, von <https://www.gra-nat.ch/gebude-anpassen-schutz-lawine-ebenhch>
- Wikipedia.org. (2020). Rote Liste gefährdeter Arten. Abgerufen 6. Dezember 2020, von https://de.wikipedia.org/wiki/Rote_Liste_gef%C3%A4hrdeter_Arten

- Wikipedia.org. (2021). St. Antönien. Abgerufen 10. Mai 2021, von https://de.wikipedia.org/wiki/St._Antönien
- Wilhelm, C. (1999). Naturgefahren und Sicherheit der Bevölkerung im Gebirge – oder: von der Schicksalsgemeinschaft zur Risikogesellschaft. *Forum für Wissen 1999*, 2:Nachhaltige Nutzungen im Gebirgsraum, 47–56. Abgerufen von https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A13848/datastream/PDF/Wilhelm-1999-Naturgefahren_und_Sicherheit_der_Bevölkerung-%28published_version%29.pdf
- WSL. (2017). Klimawandel – die Tanne sticht Fichte und Buche aus. Abgerufen 26. April 2021, von <https://www.wsl.ch/de/newsseiten/2017/08/klimawandel-die-tanne-sticht-fichte-und-buche-aus.html>
- WSL. (2021a). Schutzwald: Kostengünstig vor Naturgefahren schützen. Abgerufen 26. April 2021, von <https://www.wsl.ch/de/wald/bewirtschaftung-und-waldfunktionen/schutzwald.html>
- WSL. (2021b). Schutzwald und Klimawandel. Abgerufen 26. April 2021, von <https://www.wsl.ch/de/wald/bewirtschaftung-und-waldfunktionen/schutzwald/schutzwald-und-klimawandel.html>
- Wüthrich, L., Weber, R., von Arx, W., Vareni, M., Wyss, J., Rubio, K. L., & Wellig, S.-E. (2020). Nachhaltiger Umgang mit der Natur in der Gemeinde Luzein. Teilanalyse Landwirtschaft und Tourismus. Gruppe 1.
- Yang, Z., Van Ruijven, J., & Du, G. (2011). *The effects of long-term fertilization on the temporal stability of alpine meadow communities*. Springer Science & Business Media B.V, 345, 315–324. doi: 10.1007/s11104-011-0784-0

Anhang

Tabelle A1
Gruppeneinteilungen der Teilanalysegruppen.

Klimawandel und Schnee				
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	
Arno Cheda, Lukas Gerber, Andrea Indermaur, Angelika Koch, Mara Schaffner, Emma Scheer	Fabiano Cortinovis, Natalia Feringa, Amélia Graber, Rebekka Koch, Jasmin Schmid, Yancy Wolf	Mathys Bourqui, Roberto Caruso, Lea Jonas, Anna Lena Klein, Maurus Pfalzgraf, Iris Schafer	Sorya Lagnaux, Charlotte Rivera, Petra Schaller, Federico Schwager, Yannick Walo	
Naturgefahren Lawinen				
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	
Pascal Aeschimann, Noah Bachmann, Yasmin Becker, Till Berchtold, Lena Brun, Sophie Büchi	Lena Bänziger, Emilia Benz, Suban Biixi, Dominic Blanc, Sophie Blaser, Jan Scholl, Pascal Stöckli	Leandra Appenzeller, Fabian Arnet, Tim Bandel, Manon Benninger, Lilja Timcke	Ina Bach, Björn Bischofsberger, Yara Caduff, Rebecca Utiger	
Biodiversität und ökologische Infrastruktur				
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gaia Yamuna Lepori, Lucía Ochoa Lescay, Ruven Sahl, Raphael Schmid, Zoe Tercier, Clea Thüring	Ilaria Locatelli, Pirmin Neyer, Lea Ott, Simona Staub, Tamara Steiner	Fiona Pfäffli, Marcel Reichmuth, Mirko Schell, Lea Stadelmann, Luisa Steiger, Vera Tattarletti	Yaëlle Müller, Nicolas Rapp, Tanya Schnyder, Lara Schwizer, Sofie Stade, Lea von Büren	Valentin Hässig, Raya Heusser, Daria Hofer, Linus Hofstetter, Adrian Jonsson, Aline König, Nora von Muralt
Landwirtschaft und Tourismus				
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	
Kalyma Leon Rubio, Mauro Vareni, Wolfgang von Arx, Rebecca Weber, Sarah Elena Wellig, Lara Wüthrich, Johanna Wyss	Anna Bellosi, Micha Schumacher, Timo Siegrist, Anita Welti, Sarah Williamson	Elif Aydin, Violeta Marie Montenegro, Gian Waldinsperger, Aline Zbinden, Christa Zurbrügg	Myriam Bonardi, Laura Foglia, Jana Horbach, Cédric Schuster, Yves Voillat, Yana Yapici	
Ressource Wasser				
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Samuel Koller, Robin Kruspan, Annina Kündig, Helena Saehrendt, Samira Senft, Juliana Spahr	Stefanie Guyer, Simona Hegi, Manuel Marty, Annika Müller, Khaja Müllerr	Nino Koradi, Maren Lebender, Alicia Luther, Laura Meyer, Isabel Seeholzer	Aaron Kopp, Georgina Leimer, Anina Linder, Jennifer Ly, George Müller	Gian-Luca Kaufmann, Jimmy Kochuparampil, Liz Konan, Ann Solveig Krouthén, Anna Kuhn, Kaja von Rotz
Siedlungsentwicklung und Kulturlandschaft				
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	
Gianni Ardielli, Paul Condrau, Tobias Duft, Lena Fasnacht, Debora Galli, Caroline Gasser, Nadine Gut	Mathis Büchi, Muriel Cotagnoud, Michéle Dreifuss, Timon Eggenberg, Michelle Eichenberger, Simone Grätzer, Anna Grether	Sascha Brunner, Fadri Campell, Franco Conzett, Fabienne Demarmels, Maria Enarson, Jamila Gisler	Gianluca Fardo, Joëlle Guttropf, Jan Keiser, Ayca Kosanak, Naemi Kröcher, Hannes Tschol, Corinne Villiger	

ETH Zürich
USYS TdLab
CHN K 78
8092 Zürich

www.tdlab.usys.ethz.ch