

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

«Sicher Wandern 2040» – Abschätzung der Naturgefahrenentwicklung in der Pilotregion St. Niklaus VS



Semesterarbeit 2

von

Maja Diener

Bachelorstudiengang 2018

Umweltingenieurwesen

Abgabedatum 28. Januar 2021

Fachkorrektor:

Peter Marty

Impressum

Institut

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
ZHAW Life Sciences und Facility Management
Grüentalstrasse 14
8820 Wädenswil

Verfasserin

Maja Diener
Schönenbodenstrasse 113
9658 Wildhaus

Zitiervorschlag

Diener, M. (2021). «Sicher Wandern 2040» – Abschätzung der Naturgefahrenentwicklung in der Pilotregion St. Niklaus VS. Semesterarbeit 2, unveröffentlicht. ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

Titelbild

Achtung Steinschlag, Jungtal St. Niklaus © Maja Diener, 2020

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes «Sicher Wandern 2040» sollen die Auswirkungen des Klimawandels in Bezug auf das Wanderwegwesen aufgezeigt werden. Da die Schweiz jedoch eine vielfältige Topografie aufweist, äussert sich der Klimawandel in den verschiedenen Regionen unterschiedlich. Die vorliegende Semesterarbeit transferiert deshalb die in Bezug auf das Wanderwegwesen relevanten Naturgefahren auf die Pilotregion St. Niklaus VS. Das Ziel ist es, die zukünftigen erwarteten Veränderungen der Naturgefahren aufgrund der Klimaveränderung aufzuzeigen. Zudem sollen die bevorstehenden Herausforderungen für die regionalen Akteure des Wanderwegwesen identifiziert werden. Um die Fragestellung zu beantworten wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Für die Identifizierung der für das Wanderwegwesen relevanten Naturgefahren und deren künftig erwarteten Entwicklung, wurde die im Rahmen des Projektes «Sicher Wandern 2040» erstellte Literatursynthese des SLF herbeigezogen. Zudem konnte durch die Teilnahme am regionalen Transfer- und Adaptationsworkshop in St. Niklaus Informationen von kantonalen und kommunalen Wissensträgern gesammelt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass in der Region St. Niklaus besonders die Naturgefahren Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz, sowie Murgänge und Wildbachprozesse häufig sind und ein grosses Schadenpotential mit sich bringen. Bei den genannten Naturgefahren wird in Zukunft aufgrund der Klimaveränderungen mit einer Zunahme der Ereignisse gerechnet. Durch die häufiger auftretenden Naturgefahrenereignisse werden auch mehr Schäden am Wanderwegnetz erwartet. Dies führt dazu, dass sich der Aufwand für den Wegunterhalt personell sowie auch finanziell vergrössern wird.

Abstract

The project «Safe Hiking 2040» aims to show the effects of climate change in relation to the hiking trail sector. However, since Switzerland has a diverse topography, climate change shows itself differently in the various regions. This term paper transfers the natural hazards which are relevant to hiking trails to the region of St. Niklaus VS. The aim is to show the expected future changes in natural hazards due to climate change. Furthermore, the upcoming challenges for the regional actors in the hiking trail sector will be identified. To answer the question, a literature research was carried out. To identify the natural hazards relevant to the hiking trail sector and their expected future development, the SLF literature synthesis prepared within the framework of the project «Safe Hiking 2040» was consulted. In addition, participation in the regional transfer and adaptation workshop in St. Niklaus allowed to gather information from cantonal and communal knowledge holders. The results show that in the region of St. Niklaus the natural hazards of rockfall, debris flow and torrent in trenches are particularly frequent and cause a high potential for damage. An increase in the number of these natural hazards is expected in the future due to climate change. As a result of the more frequent natural hazard events, more damage to the hiking trail network is expected. This will lead to an increase in the effort for trail maintenance, both in terms of personnel and finances.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	5
1.1 Ausgangslage	5
1.2 Anlass zu dieser Arbeit	5
1.3 Zielsetzungen	5
1.4 Vorgehen	6
2 Situationsanalyse	7
2.1 Geografie und Geomorphologie	7
2.1.1 Geografie	7
2.1.2 Geologie	8
2.1.3 Bodenbedeckung	8
2.1.4 Permafrost	9
2.1.5 Oberflächenabfluss	10
2.2 Klima	11
2.3 Schweizer Klimaszenarien CH2018	13
3 Wanderwegwesen	17
3.1 Organisation und Akteure	17
3.1.1 Zuständigkeit auf nationaler Ebene	17
3.1.2 Zuständigkeit auf kantonaler Ebene	17
3.1.3 Fachorganisation Valrando	17
3.1.4 Zuständigkeit auf kommunaler Ebene	18
3.2 Finanzierung	18
3.3 Wanderwegnetz	18
4 Naturgefahren	21
4.1 Gefahrenkarten und Gefahrenhinweiskarten	21
4.2 Ereigniskataster	22
4.3 Relevante Naturgefahren für das Wanderwegwesen	24
4.3.1 Definition Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz	25
4.3.2 Definition Murgänge und Wildbachprozesse	26
4.3.3 Definition Hangmuren und Rutschungen	26
4.3.4 Definition Frühlings- und Sommerlawinen	26

4.4	Erwartete Szenarien 2040	27
4.4.1	Zukunftsszenario Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz	27
4.4.2	Zukunftsszenario Murgänge und Wildbachprozesse	28
4.4.3	Zukunftsszenario Hangmuren und Rutschungen	28
4.4.4	Zukunftsszenario Frühlings- und Sommerlawinen	28
5	Ergebnisse	29
5.1	Mögliche Naturgefahrenentwicklung	29
5.1.1	Ergebnisse Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz	29
5.1.2	Ergebnisse Murgänge und Wildbachprozesse	29
5.1.3	Ergebnisse Hangmuren und Rutschungen	29
5.1.4	Ergebnisse Frühlings- und Sommerlawinen	30
5.2	Herausforderungen für das regionale Wanderwegwesen	30
6	Diskussion	32
7	Literaturverzeichnis	XXXIV
	Abbildungsverzeichnis	XXXVI
	Tabellenverzeichnis	XXXVII
	Anhang	XXXVIII
	Poster	XLII

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFS	Bundesamt für Statistik
BSc	Bachelor of Science
DWFL	Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft (Kanton Wallis)
FWG	Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege
GWFV	Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (Kanton Wallis)
MeteoSchweiz	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie
NCCS	National Center for Climate Services
PLANAT	Nationale Plattform Naturgefahren
RCP	Representative Concentration Pathways
RWFV	Reglement über die Wege des Freizeitverkehrs (Kanton Wallis)
SLF	WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung
SW2040	Sicher Wandern 2040
swisstopo	Bundesamt für Landestopografie
SWW	Schweizer Wanderwege
SZWW	Verein Schwyzer Wanderwege
UI	Umweltingenieurwesen
Valrando	Fachorganisation Walliser Wanderwege
WSL	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Wandern gehört zu einer der beliebtesten Freizeitaktivitäten in der Schweiz. Damit die Wanderwege auch in Zukunft möglichst gefahrlos begangen werden können, sollen die Auswirkungen des Klimawandels bei Planung, Bau und Unterhalt der Wanderwege mitberücksichtigt werden. Dazu haben die Schweizer Wanderwege (SWW) und die Schwyzer Wanderwege (SZWW) das Projekt «Sicher Wandern 2040: Strategien für das Wanderwegwesen im Klimawandel (F.11)» (SW2040) lanciert. Dieses Projekt ist Teil des Pilotprogramms des Bundes «Anpassung an den Klimawandel» (NCCS, 2020).

Die Schweizer Klimaszenarien CH2018 zeigen für die Schweiz trockenere Sommer, stärkere Niederschläge, mehr Hitzetage und schneearme Winter voraus. Diese klimatischen Veränderungen wirken sich auch auf die Naturgefahrensituation aus. Eine Literatursynthese des SLF im Rahmen des Projekts SW2040 zeigt auf, dass sich Veränderungen der Naturgefahren auch auf die Wanderwegeninfrastruktur auswirken. Für eine langfristige Sicherheit auf den Wanderwegen ist es deshalb wichtig, dass sich das verantwortliche Wanderwegwesen auch an der sich ändernden Naturgefahrensituation orientiert.

1.2 Anlass zu dieser Arbeit

Die Schweiz weist eine vielfältige Topografie auf. Dies führt in Bezug das Klima zu regionalen Unterschieden und klimatischen Spezialitäten (MeteoSchweiz, 2018). Aus diesem Grund zeigt sich der Klimawandel in den verschiedenen Regionen der Schweiz ebenfalls unterschiedlich (NCCS, 2019c). Dies bedeutet auch, dass jedes regionale Wanderwegwesen mit unterschiedlichen aktuellen Bedingungen und Zukunftsszenarien konfrontiert ist in Bezug auf die Naturgefahren. Anhand der Pilotregion St. Niklaus VS soll nun aufgezeigt werden, welche Naturgefahren in Bezug auf das Wanderwegwesen in dieser Region relevant sind und wie sich die Naturgefahren in Zukunft aufgrund der Klimaveränderungen entwickeln. Diese Erkenntnisse geben die Möglichkeit abzuschätzen, was die zukünftigen Herausforderungen für das regionale Wanderwegwesen sind.

1.3 Zielsetzungen

Diese Semesterarbeit hat zum Ziel, die für das Wanderwegwesen als relevant eingestuften Naturgefahren gemäss der Literatursynthese des SLF auf die die Pilotregion St. Niklaus zu transferieren. So können Aussagen gemacht werden, wie sich diese Naturgefahren durch den Klimawandel verändern werden. Zudem sollen die Herausforderungen für die regionalen Akteure des Wanderwegwesen aufgezeigt werden.

1.4 Vorgehen

Um die benötigten Materialien zusammenzustellen, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Die meisten Informationen stützen sich auf Quellen von verschiedenen Schweizer Bundesämtern, Fachorganisationen und kantonalen Behörden. Um Aussagen über die für das Wanderwegwesen als relevant eingestufteten Naturgefahren und deren erwartete Veränderung aufgrund des Klimawandels zu machen, wurde die Literatursynthese des SLF beigezogen. Anhand eines Besuches in der Region von St. Niklaus und mehreren Wanderungen auf der Ost- und Westseite des Tales konnte ein erster Einblick in die Bedingungen vor Ort erhalten werden. Zudem wurde am regionalen Transfer- und Adaptationsworkshop in St. Niklaus am 7. Oktober 2020 teilgenommen. Im Workshop zeigten kantonale und kommunale Wissensträger die regionalen Herausforderungen des Wanderwegwesens auf und es wurde über mögliche Strategien für die Zukunft ausgetauscht.

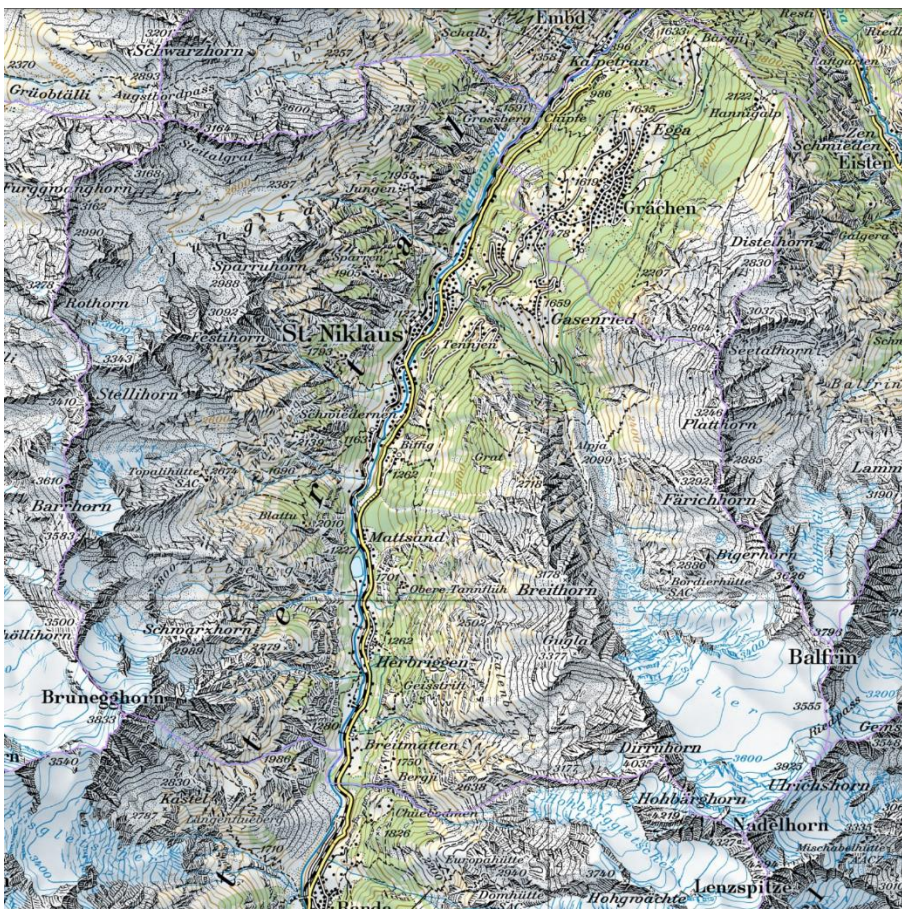
2 Situationsanalyse

In diesem Kapitel werden Informationen über die aktuelle Situation in St. Niklaus aufgeführt. Die Gemeindegrenzen von St. Niklaus bilden den Betrachtungsperimeter. Der Perimeter orientiert sich somit an den Vorgaben aus dem Projekt SW2040. Die Grundlagen über Geografie, Geologie, Bodenbedeckung, Permafrost und Oberflächenabfluss geben eine Orientierung über die vorliegenden Bedingungen in der Gemeinde. Die Informationen über das momentane Klima in St. Niklaus, sowie die prognostizierten Klimaszenarien für die Zukunft, bilden wichtige Grundlagen, um später Schlüsse zu ziehen, wie sich die Naturgefahrensituation möglicherweise entwickeln wird.

2.1 Geografie und Geomorphologie

2.1.1 Geografie

Die Gemeinde St. Niklaus (Abb. 2.1) befindet sich im Mattertal, Kanton Wallis auf ungefähr halber Strecke zwischen Visp und Zermatt. Das Gemeindegebiet erstreckt sich über 89.24 km². Der tiefste Punkt liegt auf 900 m ü. M. bei Kipfen, der höchste Punkt ist der Gipfel des Nadelhorns auf 4327 m ü. M. Das Ortszentrum befindet sich auf 1120 m ü. M. Es handelt sich um eine Talkesselgemeinde, welche von steil abfallenden Bergflanken gesäumt ist. Die 2400 Einwohner leben in verschiedenen Weilern verteilt (Gemeinde St. Niklaus, kein Datum). Der grösste Teil des Siedlungsgebietes befindet sich im Tal, einige Weiler befinden sich jedoch bis knapp 2000 m ü. M. Das Ortsbild zeigt sich



somit als eine typische Streusiedlung. Im Tal fliesst die Matter Vispa. Ebenso verläuft die Achse der Kantonsstrasse und der Eisenbahnlinie der Matterhorn-Gotthard-Bahn durch den Talgrund.

Abb. 2.1 Kartenausschnitt von St. Niklaus, welches sich im Nord-Süd verlaufenden Mattertal befindet. Die Höhenlage der Gemeinde erstreckt sich von 900 m ü. M. bei Kipfen (mitte oben) bis hoch zum Nadelhorn 4327 m ü. M. (rechts unten). Die Gemeindegrenzen sind als violette Linien dargestellt (swisstopo, 2020).

2.1.2 Geologie

St. Niklaus wird geologisch der tektonischen Einheit des Penninikums zugeordnet. Weiter differenziert liegt die Region auf der Einheit des Bernhard-Deckenkomplex, welcher aus kristallinem Grundgebirge besteht. Der Bernhard-Deckenkomplex wird zusätzlich in drei Teildecken unterteilt, von denen die mittlere Decke, genannt Siviez-Mischabel-Decke, der Untergrund von St. Niklaus bildet (Abb. 2.2). Die Hauptbestandteile der Oberfläche bestehen aus den metamorphen Gesteinen Gneis und Glimmerschiefer (Gnägi & Labhart, 2015, S. 103–104).

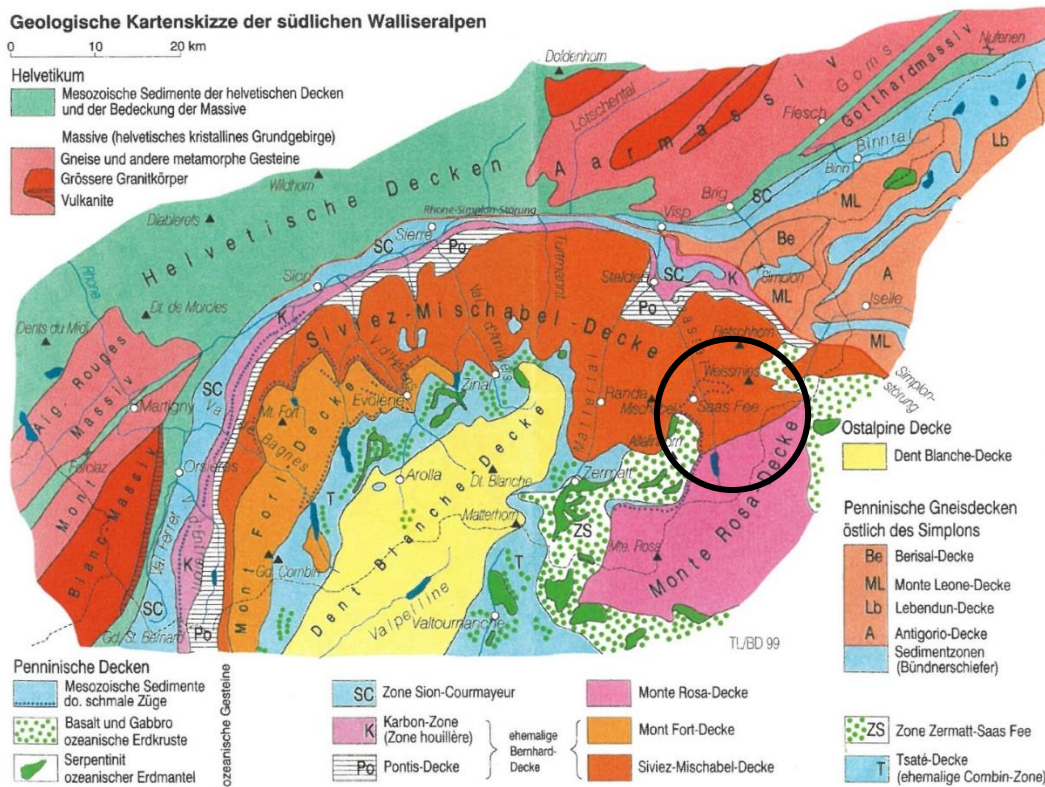


Abb. 2.2 Geologische Kartenskizze der südlichen Walliser Alpen. Schwarz umkreist ist St. Niklaus, wo die penninische Siviez-Mischabel-Decke den Untergrund bildet (Gnägi & Labhart, 2015, S. 103).

2.1.3 Bodenbedeckung

Die Arealstatistik der Schweiz teilt die Bodenbedeckung mittels Farbluftbilder in die vier Hauptkategorien Siedlungsflächen, Landwirtschaftsflächen, bestockte Flächen und unproduktive Flächen ein (BFS, 2016). Die Arealstatistik 2004/09 zeigt die Flächenaufteilung für die Gemeinde St. Niklaus auf (Tab. 2.1). Mehr als zwei Drittel der Gemeindefläche setzt sich aus Felsen, Gletscher, unproduktiver Vegetation oder Gewässern zusammen. Die Waldgrenze liegt auf rund 2200 m ü. M.

Kategorie	Fläche in ha	Fläche in %
Siedlungsflächen	155	2
Landwirtschaftsflächen	741	8
bestockte Flächen	1'985	22
unproduktive Flächen	6'049	68
Total	8'930	100

Tab. 2.1 Die Gemeindefläche von St. Niklaus aufgeteilt in vier Hauptkategorien gemäss der Arealstatistik 2004/09 (verändert nach: BFS, 2016).

2.1.4 Permafrost

Permafrost beschreibt den thermischen Zustand des oberflächennahen Untergrundes. Permafrost ist Untergrundmaterial wie Boden, Sediment und Fels, welches ganzjährig eine Temperatur von unter 0° Celsius aufweist (Bast et al., 2020). Permafrost liegt unter einer Deckschicht, welche bei hohen Temperaturen auftauen kann. Somit ist Permafrost am Boden nicht direkt sichtbar. Die räumliche Verteilung von Permafrost in der Schweiz variiert stark, weil das Vorkommen in erster Linie durch das Klima, die Topografie und die Untergrundeigenschaften bestimmt wird. Grundsätzlich muss oberhalb von der Waldgrenze mit dem Vorkommen von Permafrost gerechnet werden. Um die potenzielle Permafrostverbreitung in der Schweiz aufzuzeigen eine Hinweiskarte erstellt. Diese basiert auf Modellrechnungen und soll einer ersten Abschätzung von möglichen Permafrostvorkommen dienen (BAFU, 2018c). In St. Niklaus wird mit Permafrost ab einer Höhenlage von 2400-2500 m ü. M. gerechnet (Abb. 2.3). Anhand von Flächenmessungen in der Permafrosthinweiskarte, beträgt die Fläche auf welcher Permafrost möglicherweise vorkommt, grob abgeschätzt rund 27 km². Somit tritt Permafrost schätzungsweise auf 30% der Gemeindefläche auf.

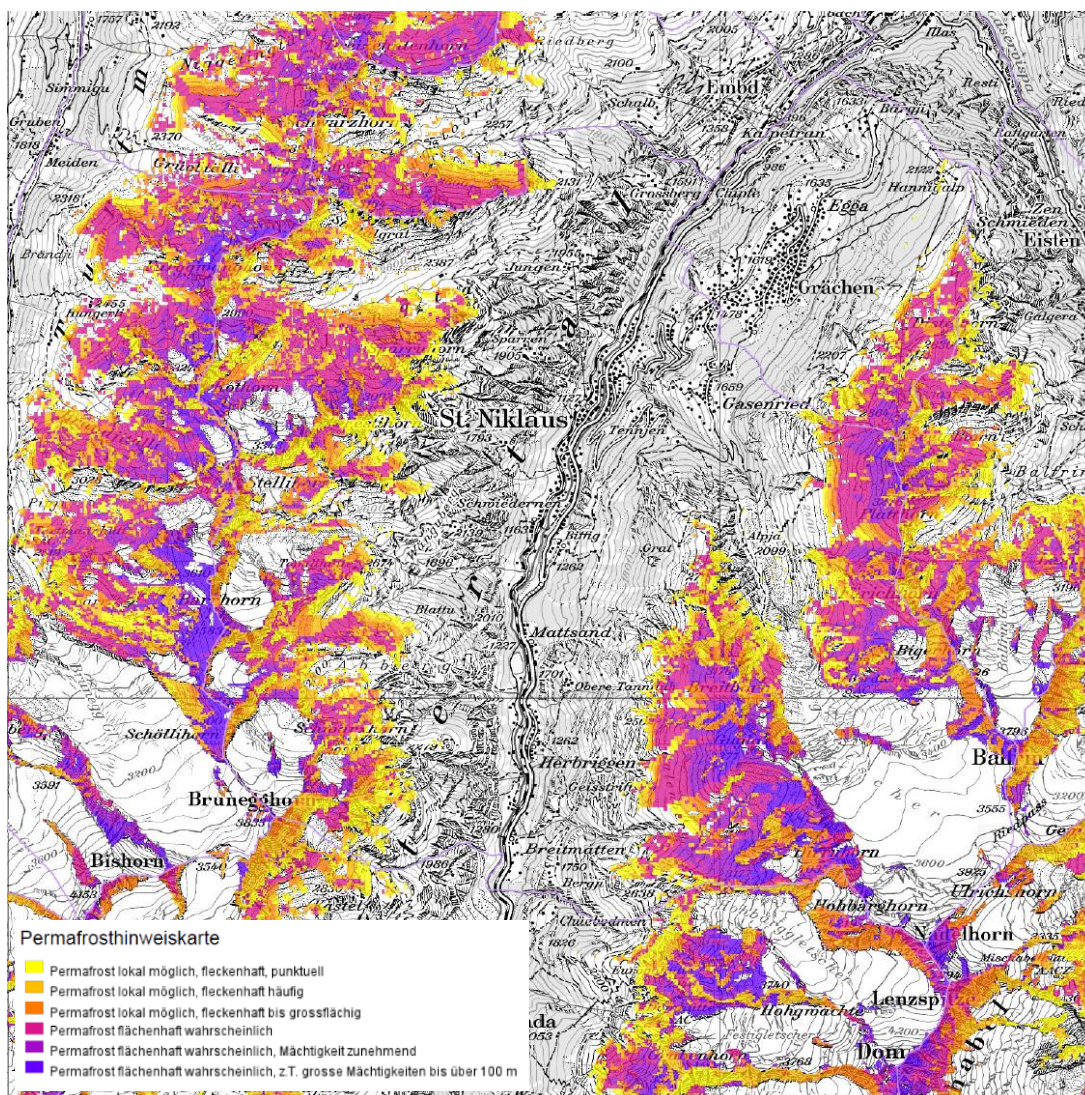


Abb. 2.3 Kartenausschnitt aus der Permafrosthinweiskarte, welche die potenzielle Permafrostverbreitung aufzeigt. Mit möglichem Permafrost wird in der Region St. Niklaus ab einer Höhenlage von 2400-2500 m ü. M gerechnet. Die Fläche wird auf rund 27 km² geschätzt (swisstopo, BAFU, 2020).

2.1.5 Oberflächenabfluss

Als Oberflächenabfluss wird das Regenwasser bezeichnet, welches nicht versickert und über das offene Gelände abfließt. Besonders bei starken und langanhaltenden Niederschlägen ist mit Oberflächenabfluss zu rechnen, weil der Boden gesättigt ist und kein Wasser mehr aufnehmen kann. Dabei sind die Eigenschaften der Bodenbedeckung, die Bodenart und der Geologie wichtige Faktoren für die Wasseraufnahmefähigkeit eines Bodens. Die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss zeigt schweizweit die durch Oberflächenabfluss gefährdeten Gebiete auf und die mögliche Wassertiefe. Ebenfalls sind die erwarteten Fliesswege ersichtlich. Die Karte basiert auf Modellrechnungen und wurde für ein Ereignis mit einer Wiederkehrperiode seltener als 100 Jahre erstellt (BAFU, 2018a). In St. Niklaus sind die meisten Gebiete in Hanglage durch eine geringe Fliesstiefe ($\leq 0.1\text{m}$, in helllila) des Oberflächenabfluss gefährdet. In Gräben und in der Talsohle sammelt sich dann das abfließende Wasser. Dort sind höhere Fliesstiefen ($0.1\text{-}0.25\text{m}$, in lila / $\geq 0.25\text{m}$, in violett) erwartet (Abb. 2.4).

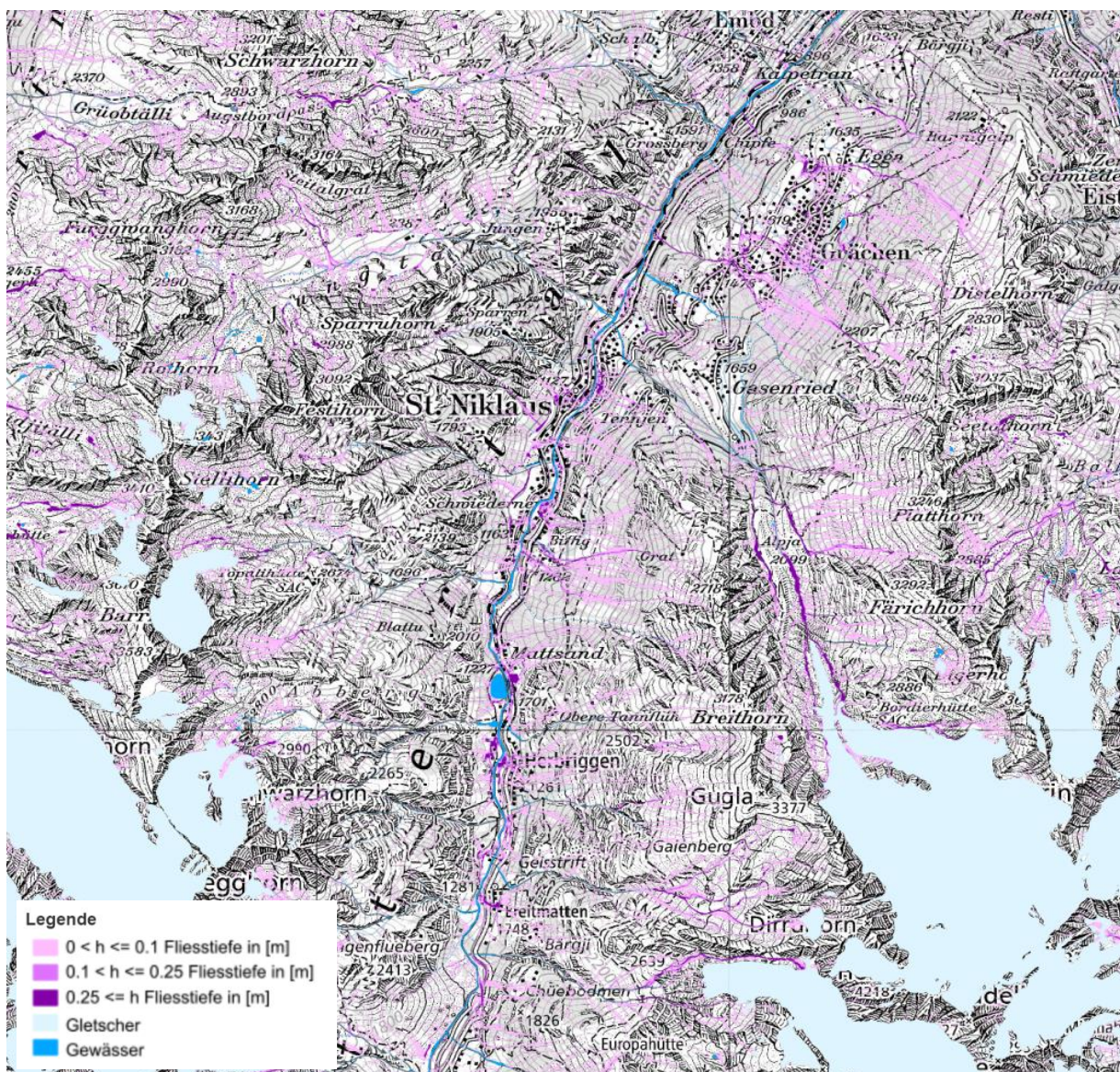


Abb. 2.4 Mögliche durch Oberflächenabfluss gefährdete Gebiete in St. Niklaus und die erwartete Wassertiefe bei einem Ereignis mit der Wiederkehrperiode seltener als 100 Jahre (swisstopo, BAFU, 2020).

2.2 Klima

Die Alpen bilden eine dominante Klimaschranke zwischen Nord und Süd und erzeugen zusätzlich verschiedene Klimabereiche. Dazu gehören die inneralpinen Täler, zu welchen auch das Wallis gehört. Durch die Abschirmung gegen Niederschlag von Norden wie auch von Süden her, sind die Bedingungen in einem inneralpinen Tal ganzjährig eher trocken (MeteoSchweiz, 2018). In den tieferen Lagen von St. Niklaus herrscht ein kontinentales Klima. Dieses zeichnet sich durch geringe Niederschläge, hohe tägliche und jahreszeitliche Temperaturoegensätze und intensive Sonneneinstrahlung aus. Ab einer Höhenlage von rund 2000 m ü. M. findet sich ein Gebirgsklima vor. Dieses zeichnet sich durch eine tiefe Mitteltemperatur, hohe Niederschlagsmengen mit einem hohen Anteil an Schnee und jederzeit mögliche Fröste aus (Baltisberger & Nyffeler, 2018). Betrachtet man die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen in einer Karte, ist ersichtlich, dass die jährlichen mittleren Niederschlagssummen mit der Höhenlage zunehmen (Abb. 2.5) (Hydrologischer Atlas der Schweiz, 2020).

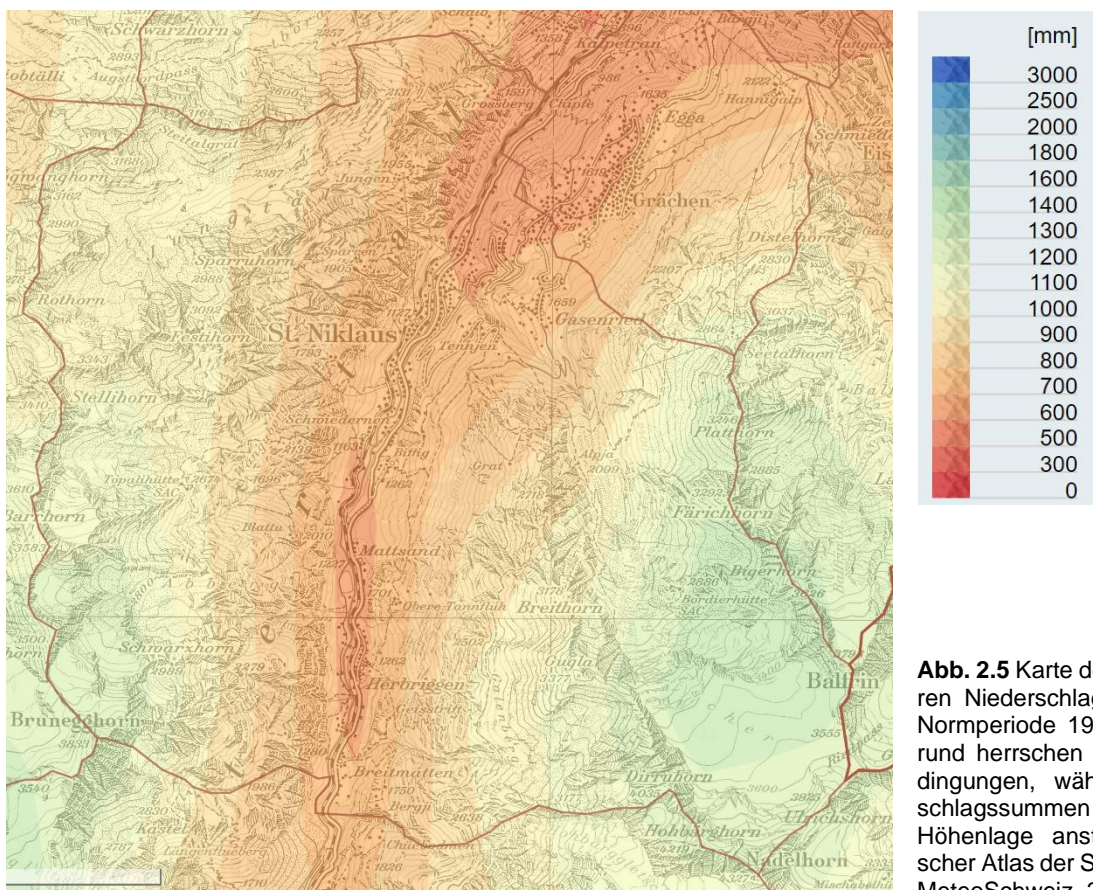


Abb. 2.5 Karte der jährlichen mittleren Niederschlagssummen für die Normperiode 1981-2010. Im Talrund herrschen sehr trockene Bedingungen, während die Niederschlagssummen mit zunehmender Höhenlage ansteigen (Hydrologischer Atlas der Schweiz, swisstopo, MeteoSchweiz, 2020).

Die nächste automatische Wetterstation von MeteoSchweiz zu St. Niklaus befindet sich in der Nachbargemeinde Grächen auf 1605 m ü. M. Zudem gibt es eine automatische Niederschlagsstation im Weiler Mattsand auf 1230 m. ü. M. Für die Station Grächen liegt eine langjährige Messreihe vor, welche für die Normperioden 1961-1990 und 1981-2010 die Klima-Normwerte von verschiedenen Messgrößen zeigt, sowie Temperatur und Niederschlagswerte in einem Klimadiagramm darstellt (Abb. 2.6) (MeteoSchweiz, 2020a).

Klimanormwerte Grächen

Normperiode 1981–2010

Höhe ü.M.: 1605 m
Geogr. Koord.: 46.2 N / 7.84 E
CH-Koord.: 2'630'738 / 1'116'062
Klimaregion: Wallis

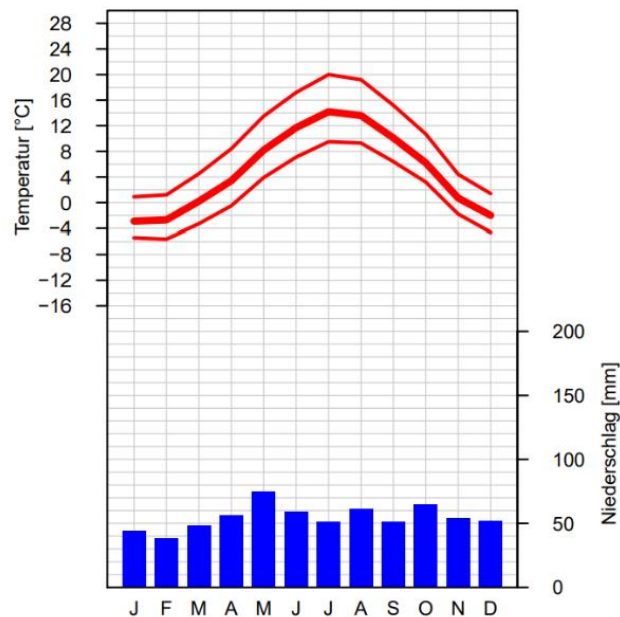
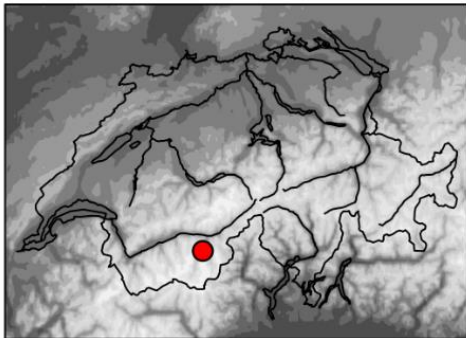


Abb. 2.6 Langjährige Messreihe der Station Grächen für die Normperiode 1981-2010. Die roten Linien zeigen die langjährigen Mittelwerte der Monatsmitteltemperatur sowie die mittleren monatlichen Maximum- und Minimumtemperaturen an. Die blauen Säulen zeigen die monatlichen mittleren Niederschlagssummen (MeteoSchweiz, 2020a).

Die Messwerte der Temperatur, Maximumtemperatur, Minimumtemperatur und Niederschlagssumme der Station Grächen wurden in einer Tabelle zusammengefasst. Die Charakteristik des kontinentalen Klimas widerspiegelt sich in der geringen Niederschlagsmenge. Die mittlere Jahresniederschlagssumme für die Normperiode 1981-2010 beträgt lediglich 653 mm (Tab. 2.2).

Tab. 2.2 Die Messwerte der langjährigen Messreihe der Station Grächen für die Normperiode 1981-2010. Besonders auffallend ist die geringe Jahresniederschlagssumme von 653 mm und die relativ hohe Jahrestemperatur von 5.1°C (verändert nach: MeteoSchweiz, 2020).

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur [°C]	-2.9	-2.7	0.2	3.4	8.2	11.7	14.2	13.6	10.1	6.2	0.7	-2.0	5.1
Maximumtemperatur [°C]	0.9	1.2	4.5	8.4	13.5	17.2	20	19.2	15.2	10.7	4.4	1.4	9.7
Minimumtemperatur [°C]	-5.4	-5.6	-3.3	-0.5	3.9	7.1	9.5	9.3	6.4	3.2	-1.8	-4.6	1.5
Niederschlagssumme [mm]	44	38	48	56	75	59	51	61	51	65	54	52	653

Legende

Temperatur [°C]	Monatsmittel der Temperatur
Maximumtemperatur [°C]	Monatsmittel aller täglichen Maximumtemperaturen
Minimumtemperatur [°C]	Monatsmittel aller täglichen Minimumtemperaturen
Niederschlag Summe [mm]	Monatliche Niederschlagssumme

Um den Jahresverlauf zu erfahren, zeigt ein Diagramm der Station Grächen den Verlauf der aktuellen Klimawerte im Vergleich zu den durchschnittlichen Tagesmitteln in der Normperiode 1981-2010 an (Abb. 2.7) (MeteoSchweiz, 2020b).

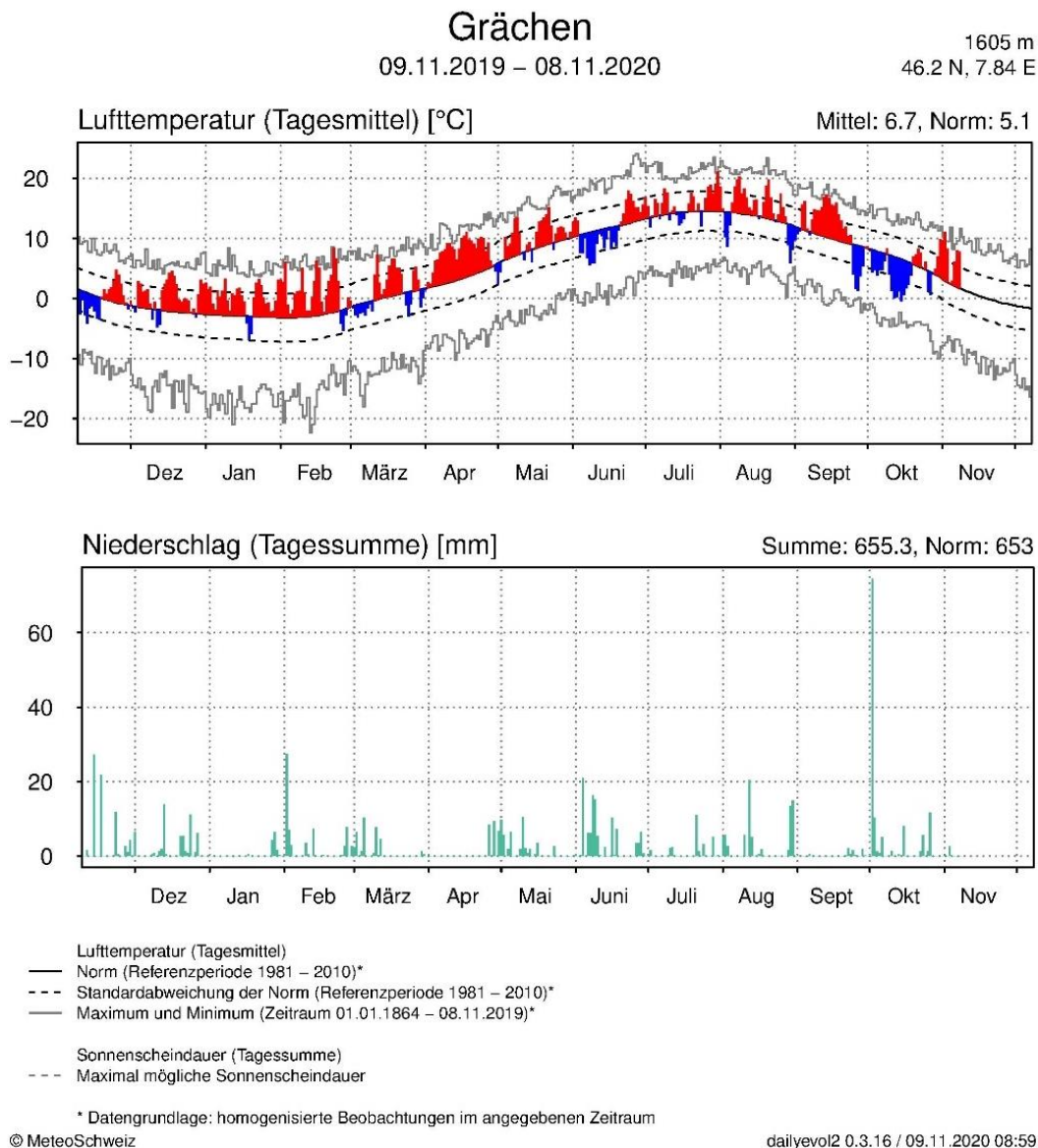


Abb. 2.7 Jahresverlauf (09.11.2019-08.11.2020) der Station Grächen im Vergleich mit den Werten aus der Normperiode 1981-2010. Die mittlere Lufttemperatur liegt 1.6° C höher als in der Normperiode, die Niederschlagssumme liegt nur 2mm höher verglichen mit der Normperiode (MeteoSchweiz, 2020b).

2.3 Schweizer Klimaszenarien CH2018

Die «Schweizer Klimaszenarien CH2018» zeigen, wie sich das Klima zukünftig in der Schweiz verändern wird. Die Szenarien beschreiben einen Mittelwert der Klimaverhältnisse und gruppieren sich um die Jahre 2035, 2060, 2085 (NCCS, 2019a). Diese Arbeit fokussiert sich auf die Szenarien um das Jahr 2060, denn bis 2035 werden nur geringe Veränderungen erwartet. Zudem ist mit dem Fokus auf das Mitte des Jahrhunderts eine frühzeitige Planung im Hinblick auf die Strategien des Wanderwegwesens möglich (Bast et al., 2020). Ausgearbeitet wurden die Prognosen für die neusten Emissionsszenarien (Representative Concentration Pathways, RCP) RCP8.5 und RCP2.6. Dabei präsentiert RCP8.5 ein Szenario ohne Klimaschutzmassnahmen. Das bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen weiterhin zunehmen und die Erderwärmung ungebremst fortschreitet. RCP2.6 hingegen beschreibt ein Szenario mit weltweitem konsequentem Klimaschutz. Eine umgehende

Senkung der Treibhausgasemissionen auf praktisch Null, würde den Anstieg der der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bis in zirka 20 Jahren stoppen (NCCS, 2019a). Falls der Klimawandel ungebremst fortschreitet, bringt dies schweizweit folgende Auswirkungen mit sich:

- Trockene Sommer
- Heftige Niederschläge
- Mehr Hitzetage
- Schneearme Winter (NCCS, 2019b)

Da sich der Klimawandel jedoch in den verschiedenen Regionen der Schweiz unterschiedlich zeigt, werden die Klimaszenarien in fünf verschiedenen Grossregionen separat betrachtet. Das Wallis wird der Grossregion der Alpen zugeteilt. In den Alpen ist schweizweit mit dem höchsten Temperaturanstieg zu rechnen. Die Temperaturen in den Alpen sind bereits seit Messbeginn im Jahre 1864 deutlich angestiegen. Falls das Emissionsszenario RCP8.5 eintritt, wird bis Mitte des 21. Jahrhunderts mit einem weiteren Temperaturanstieg von 2.1-3.9°C gerechnet. Dabei fällt die Erwärmung im Sommer stärker aus als im Winter (Abb. 2.8).

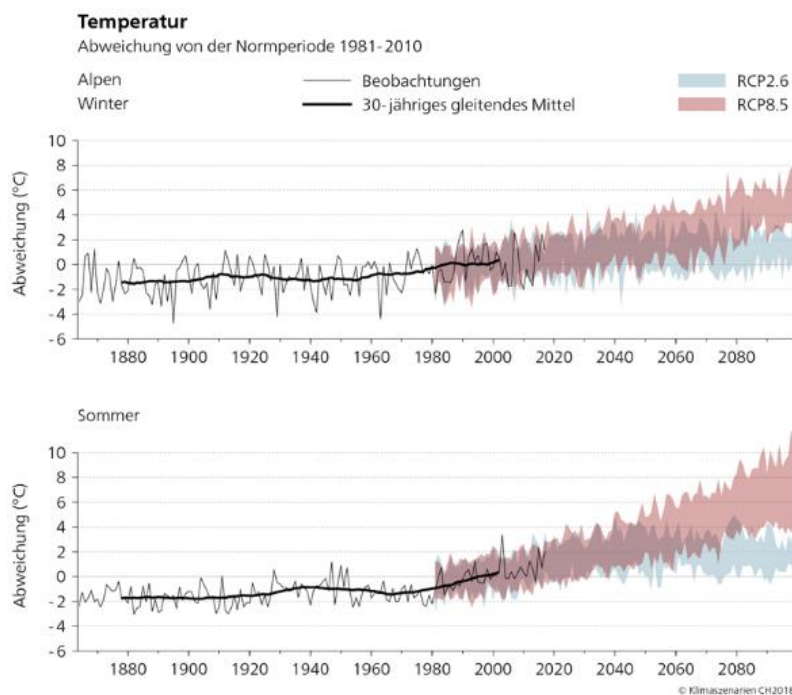


Abb. 2.8 Beobachtungen und Prognose für die Entwicklung der Temperatur in den Alpen. Dargestellt sind die Abweichungen der mittleren Temperatur gegenüber der Normperiode für die Jahreszeiten Winter (Dezember - Februar) und Sommer (Juni - August). Es wird ein zunehmender Anstieg der Temperatur erwartet, im Winter etwas weniger stark als im Sommer (NCCS, 2018). © Klimaszenarien CH2018

Aufgrund der Erwärmung wird die winterliche Nullgradgrenze, welche heute auf rund 800 m ü. M. liegt, mehrere 100 m ansteigen. Die Anzahl Neuschneetage wird sich markant senken. Im Sommer wird mir einer starken Erwärmung gerechnet, welche mit der Höhe tendenziell zunimmt (Abb. 2.9). An Messstationen wie beispielweise Zermatt sind Temperaturen möglich, welche heute für das Mittelland typisch sind (NCCS, 2019c).

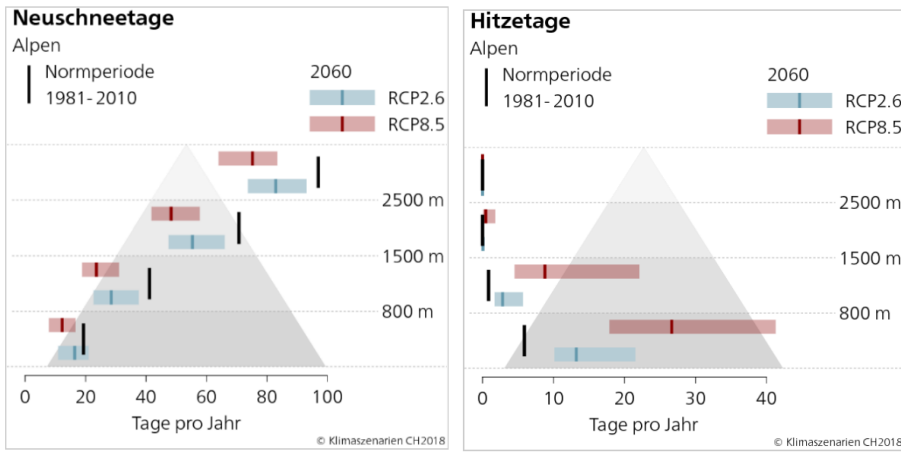


Abb. 2.9 Prognostizierte Entwicklung für die Anzahl Neuschneetage und Hitzetage pro Jahr in den Alpen. Unterteilt nach verschiedenen Höhenstufen. Eine Abnahme für die Anzahl Neuschneetage und eine Zunahme für die Anzahl Hitzetage ist für beide Emissionsszenarien RCP2.6 und RCP8.5 vorausgesehen.
© Klimaszenarien CH2018

Im Gegensatz zu den Temperaturen veränderte sich der Niederschlag im 20. Jahrhundert kaum. Mit dem Emissionsszenario RCP8.5 wird jedoch eine künftige Zunahme für den Niederschlag im Winter prognostiziert. Für den Sommer tendieren Modellrechnungen zu einer Niederschlagsabnahme (Abb. 2.10) (Abb. 2.11) (Abb. 2.12). Der Trend zur Niederschlagsabnahme im Sommer ist jedoch im Alpenraum weniger ausgeprägt als nördlich der Alpen. Im Weiteren werden wahrscheinlich Starkregenereignisse in Häufigkeit und Intensität in allen Jahreszeiten zunehmen. Die Unsicherheit bei Niederschlagsänderungen ist grösser als bei Temperaturänderungen (NCCS, 2018).

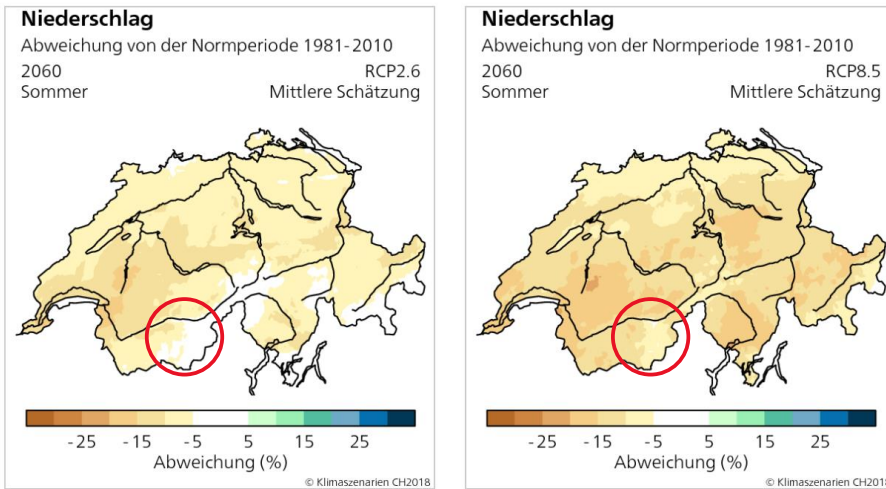


Abb. 2.10 Die erwarteten Abweichungen der Niederschlagsmengen für Mitte des Jahrhunderts für den Sommer für das Emissionsszenario RCP2.6 (links) und RCP8.5 (rechts). Die Region rund um St. Niklaus ist rot eingekreist.
© Klimaszenarien CH2018

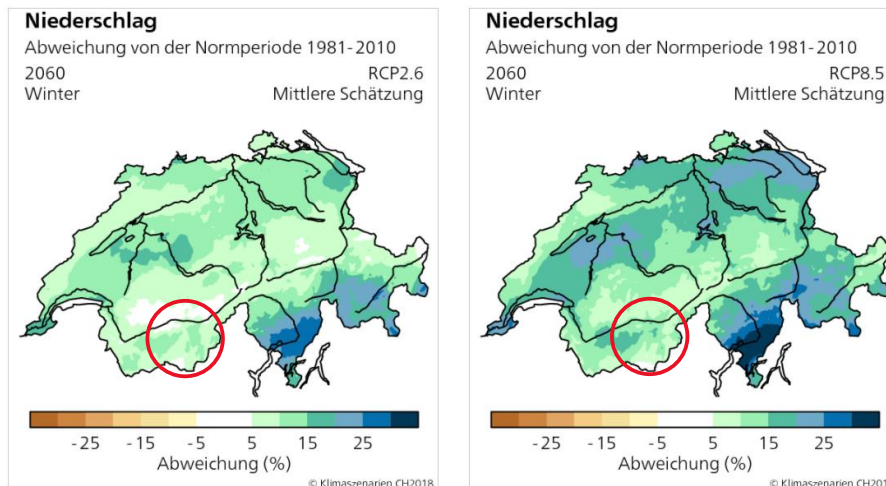


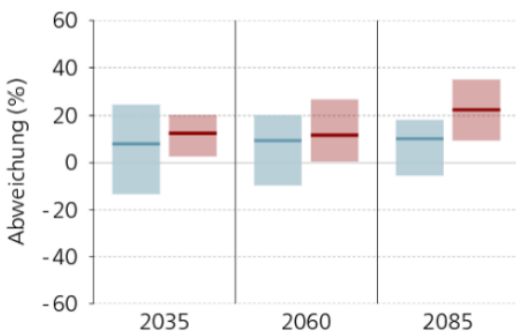
Abb. 2.11 Die erwarteten Abweichungen der Niederschlagsmengen für Mitte des Jahrhunderts für den Winter für das Emissionsszenario RCP2.6 (links) und RCP8.5 (rechts). Die Region rund um St. Niklaus ist rot eingekreist.
© Klimaszenarien CH2018

Niederschlag

Abweichung von der Normperiode 1981-2010

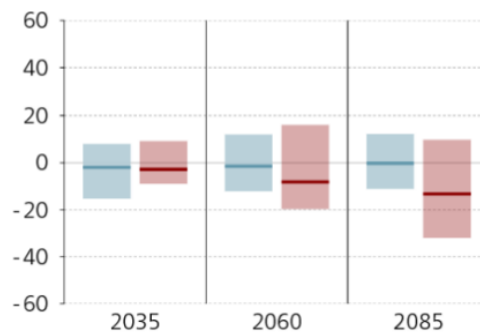
Alpen

Winter



Sommer

RCP2.6
RCP8.5



© Klimaszenarien CH2018

Abb. 2.12 Prognose für die Änderung des mittleren Niederschlags gegenüber heute (Normperiode 1981 - 2010) für die Jahreszeiten Winter (Dezember - Februar) und Sommer (Juni - August) in den Alpen. Im Winter wird mit einer leichten Niederschlagszunahme gerechnet, im Sommer mit einer Abnahme. Die horizontalen Linien entsprechen dem Medianwert über die Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen. Die farbigen Balken zeigen die Bandbreite aller Simulationen und beinhalten natürliche Schwankungen sowie systematische Modellunsicherheiten (NCCS, 2018).

© Klimaszenarien CH2018

Um die Aussagen und Prognosen für die Grossregion Alpen auf St. Niklaus zu transferieren, müssen Differenzierungen gemacht werden. Die Grossregion Alpen erstreckt sich über das Wallis, die Zentralalpen, die Ostalpen bis zum Engadin. Die klimatischen Verhältnisse sind kleinräumig sehr variabel und je nach Klimagrösse, welche betrachtet wird, unterscheiden sich diese Regionen beträchtlich (MeteoSchweiz, 2014). Diese klimatischen Unterschiede in derselben Grossregion lassen sich anhand von zwei Beispielen verdeutlichen. Vergleicht man die langjährigen Messreihen für die Normperiode 1981-2010 beträgt der mittlere Jahresniederschlag der Station Grächen 653 mm, während die Station Engelberg 1559 mm aufweist. In Engelberg fiel somit mehr als doppelt so viel Niederschlag. Die Station Grächen liegt auf 1605 m ü. M. und somit fast auf derselben Höhe wie die Station Davos welche auf 1594 m ü. M. liegt. In Grächen beträgt die mittlere Temperatur für die Normperiode 1981-2010 5.1°C, in Davos 3.5°C, was 1.6° weniger sind (MeteoSchweiz, 2020a).

Zusammenfassend kann für St. Niklaus gesagt werden, dass das heutige Klima bereits von hohen Temperaturen geprägt ist und wenig Niederschlag fällt. In Zukunft wird die Anzahl Neuschneetage abnehmen. Da die Schneefallgrenze steigen wird, fällt der Niederschlag im Winter häufiger als Regen anstatt Schnee zu Boden. Die Temperaturen werden ansteigen, wobei die Erwärmung im Sommer höher ausfällt als im Winter. Die Hitzetage nehmen besonders in der Höhenlage von 800-1500 m ü. M. zu. Dies betrifft in St. Niklaus besonders das Gebiet am Talboden. Die Prognosen für die Niederschlagsmengen zeigen nur eine leichte Veränderung auf. Die Tendenz liegt bei einer leichten Abnahme im Sommer und einer leichten Zunahme im Winter.

3 Wanderwegwesen

In diesem Kapitel werden die Organisation und Akteure, sowie die Finanzierung des Wanderwegwesen in Bezug auf den Kanton Wallis und die Gemeinde St. Niklaus kurz erläutert. Dies trägt dazu bei, dass gestützt auf die vorhandene Organisation in der Pilotregion St. Niklaus eine Einteilung nach ähnlichem Schema für eine andere Region erstellt werden kann. Des Weiteren wird das Wanderwegnetz von St. Niklaus kurz beschrieben, um einen groben Überblick über die vorhandenen Wege zu erhalten.

3.1 Organisation und Akteure

3.1.1 Zuständigkeit auf nationale Ebene

Gemäss Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG) Art. 4-7 sind die Kantone für die Planung, Koordination, Anlage und Erhaltung der Fuss- und Wanderwege zuständig. Im Art. 8 FWG wird festgelegt, dass Bund und Kantone für die Planung, die Anlage und die Erhaltung der Fuss- und Wanderwegnetze private Organisationen herbeiziehen, welche vor allem die Fuss- und Wanderwegnetze fördern. Zudem können privaten Fachorganisationen einzelne Aufgaben übertragen werden (FWG, 1996).

3.1.2 Zuständigkeit auf kantonaler Ebene

Im Kanton Wallis regelt das Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (GWFV) das Wanderwegwesen. Nach Art. 3 Abs. 1 GWFV erarbeitet die mit der Raumplanung beauftragte Dienststelle in Zusammenarbeit mit den anderen beteiligten Dienststellen und den Gemeinden das generelle Konzept für die Wege des Freizeitverkehrs und erstellt die Planung (GWFV, 2012). Im Reglement über die Wege des Freizeitverkehrs (RWFV) werden die Zuständigkeiten genauer erläutert. Namentlich gibt es drei Dienststellen, welche sich die Aufgaben im Wanderwegwesen teilen: Die Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft ist für die Sicherheit auf den Wanderwegen zuständig. Die Dienststelle für Raumentwicklung ist für die Netzplanung und die Aufarbeitung des Datensatzes zuständig. Zudem ist die Dienststelle für Mobilität zuständig für das Subventionswesen der Hauptwanderwege (Schneeberger, 2020).

3.1.3 Fachorganisation Valrando

Die Fachorganisation Valrando ist ein Verein mit Sitz in Sitten, welche gemäss Vereinsstatuten besonders die Unterstützung und Entwicklung der Wanderwege zum Ziel hat. Dies wird unter anderem durch die Schaffung und Unterstützung von Wegnetzen, sowie der Förderung der Wanderwege durch die Herausgabe von Prospekten, Kartenmaterial, Öffentlichkeitsbeiträge und Auskünfte erreicht (Valrando, 2020). Gestützt auf Art. 8 FWG, kann Bund und Kanton der privaten Fachorganisation Aufgaben bezüglich der Planung, Anlage und Erhaltung des Fuss- und Wanderwegnetzes übertragen (FWG, 1996).

3.1.4 Zuständigkeit auf kommunaler Ebene

Die Gemeinden sind für die Planerstellung, die Anlage, die Kennzeichnung und der Erhalt der Wege und der dazugehörigen Bauwerke zuständig (GWFV, 2012). In der Gemeinde St. Niklaus ist der kommunale Werkhof für den Bau und Unterhalt der Wanderwege zuständig. Dieser überprüft jedes Frühjahr die Wanderwege auf allfällige Defizite und stellt die Wege für die Wandersaison bereit. Im Winter werden die Wege nicht unterhalten. Der Zuständigkeitsbereich für den Unterhalt endet an den Gemeindegrenzen.

3.2 Finanzierung

Die Finanzierung der Wege und der Bauwerke tragen die Gemeinden. Der Kanton zahlt Beiträge an die Gemeinden für die Kosten der Planerstellung, der Anlage, der Instandstellung, der Verbesserung und der Kennzeichnung der Wanderwege. Für die Wege des Hauptwanderwegnetzes und die kantonalen Fuss- und Wanderwege beträgt der Subventionssatz 50 Prozent. Für das Subventionswesen ist die Dienststelle für Mobilität zuständig. Für laufende Unterhaltskosten an den Wegen werden keine Beiträge entrichtet. Ebenfalls sind die Nebenwanderwege von den Beiträgen ausgeschlossen (GWFV, 2012).

3.3 Wanderwegnetz

Wegkategorie	Definition gemäss SN 640 829a	Signalisation Langsamverkehr
Wanderweg 	Wanderwege sind allgemein zugängliche und in der Regel für zu Fuss Gehende bestimmte Wege. Sie verlaufen möglichst abseits von Strassen für den motorisierten Verkehr und weisen möglichst keine Asphalt- oder Betonschicht auf. Steile Passagen werden mit Stufen überwunden und Absturzstellen werden mit Geländern gesichert. Fliessgewässer werden auf Stegen oder Brücken passiert. Wanderwege stellen keine besonderen Anforderungen an die Benutzer. Die Signalisation der Wanderwege ist gelb.	
Bergwanderweg 	Bergwanderwege sind Wanderwege, welche teilweise unwegsames Gelände erschliessen. Sie sind überwiegend steil und schmal angelegt und teilweise exponiert. Besonders schwierige Passagen sind mit Seilen oder Ketten gesichert. Bäche sind unter Umständen über Furten zu passieren. Benutzer von Bergwanderwegen müssen trittsicher, schwindelfrei und in guter körperlicher Verfassung sein und die Gefahren im Gebirge kennen (Steinschlag, Rutsch- und Absturzgefahr, Wetterumsturz). Vorausgesetzt werden feste Schuhe mit griffiger Sohle, der Witterung entsprechende Ausrüstung und das Mitführen topografischer Karten. Die Wegweiser sind gelb mit weiss-rot-weisser Spitze, Bestätigungen und Markierungen sind weiss-rot-weiss.	
Alpinwanderweg 	Alpinwanderwege sind anspruchsvolle Bergwanderwege. Sie führen teilweise durch wegloses Gelände, über Schneefelder und Gletscher, über Geröllhalden, durch Steinschlagrunsen oder durch Fels mit kurzen Kletterstellen. Bauliche Vorkehrungen können nicht vorausgesetzt werden und beschränken sich allenfalls auf Sicherungen von besonders exponierten Stellen mit Absturzgefahr. Benutzer von Alpinwanderwegen müssen trittsicher, schwindelfrei und in sehr guter körperlicher Verfassung sein und den Umgang mit Seil und Pickel sowie das Überwinden von Kletterstellen unter Zuhilfenahme der Hände beherrschen. Sie müssen die Gefahren im Gebirge kennen. Zusätzlich zur Ausrüstung für Bergwanderwege werden Höhenmesser und Kompass, für Gletscherüberquerungen Seil und Pickel vorausgesetzt. Die Wegweiser sind blau mit weiss-blau-weisser Spitze, Bestätigungen und Markierungen sind weiss-blau-weiss. Die Informationstafel Alpinwanderweg weist am Weganfang auf die besonderen Anforderungen hin.	

Abb. 3.1 Die gemäss Schweizer Norm SN 640 829a verbindlich definierten Wegkategorien Wanderweg, Bergwanderweg und Alpinwanderweg (Bundesamt für Strassen ASTRA & Schweizer Wanderwege, 2017a).

In St. Niklaus gibt es Wanderwege, Bergwanderwege und Alpinwanderwege. Somit sind alle drei definierten Wegkategorien gemäss Schweizer Norm SN 640 829a vertreten (Abb. 3.1). Insgesamt erstreckt sich das Wanderwegnetz über 130 km. Das Netz der Wanderwege erschliesst hauptsächlich den Talgrund, verbindet die Weiler miteinander und befindet sich mehrheitlich auf der östlichen Talseite. Die Bergwanderwege führen vom Tal in die höheren Lagen oder sind Höhenwege meist oberhalb der Waldgrenze. Als Alpinwanderwege ausgeschiedene Wege sind zwei Wege: Auf der westlichen Talseite ist dies der Wegabschnitt von der Topalihütte SAC hoch zum Schöllijoch, welcher von dort dann weiter ins Turtmantal führt. Die Gemeindegrenze und somit die Zuständigkeit endet auf dem Schöllijoch. Auf der östlichen Talseite ist der letzte Abschnitt des Hüttenzustieg zur Bordierhütte SAC blau-weiss ausgeschildert. Der Weg führt über den Riedgletscher (Abb. 3.2).

Der bekannteste Weg ist der Europaweg, welcher von Grächen nach Zermatt führt. Der Europaweg ist zudem eine Teiletappe der regionalen Wanderroute «27 Swiss Tour Monte Rosa» von Schweizmobil (Schweizmobil, ohne Datum). Der ursprüngliche Wegverlauf durch die Gemeinde St. Niklaus verlief von Gasenried über den Mittelberg zur Europahütte (Gemeinde Täsch). Am 26. August 2018 ereignete sich im Bereich «Grosser Graber» ein Felssturz rund 100 m oberhalb des Europaweges. Seit diesem Zeitpunkt ist der gefährdete Wegabschnitt gesperrt (Gottet, 2018, S. 3). Die aktuelle Routenführung des Europaweges ist via Gasenried–Herbruggen–Galenberg–Europahütte (Abb. 3.3) (Summermatter, 2020, S. 7).

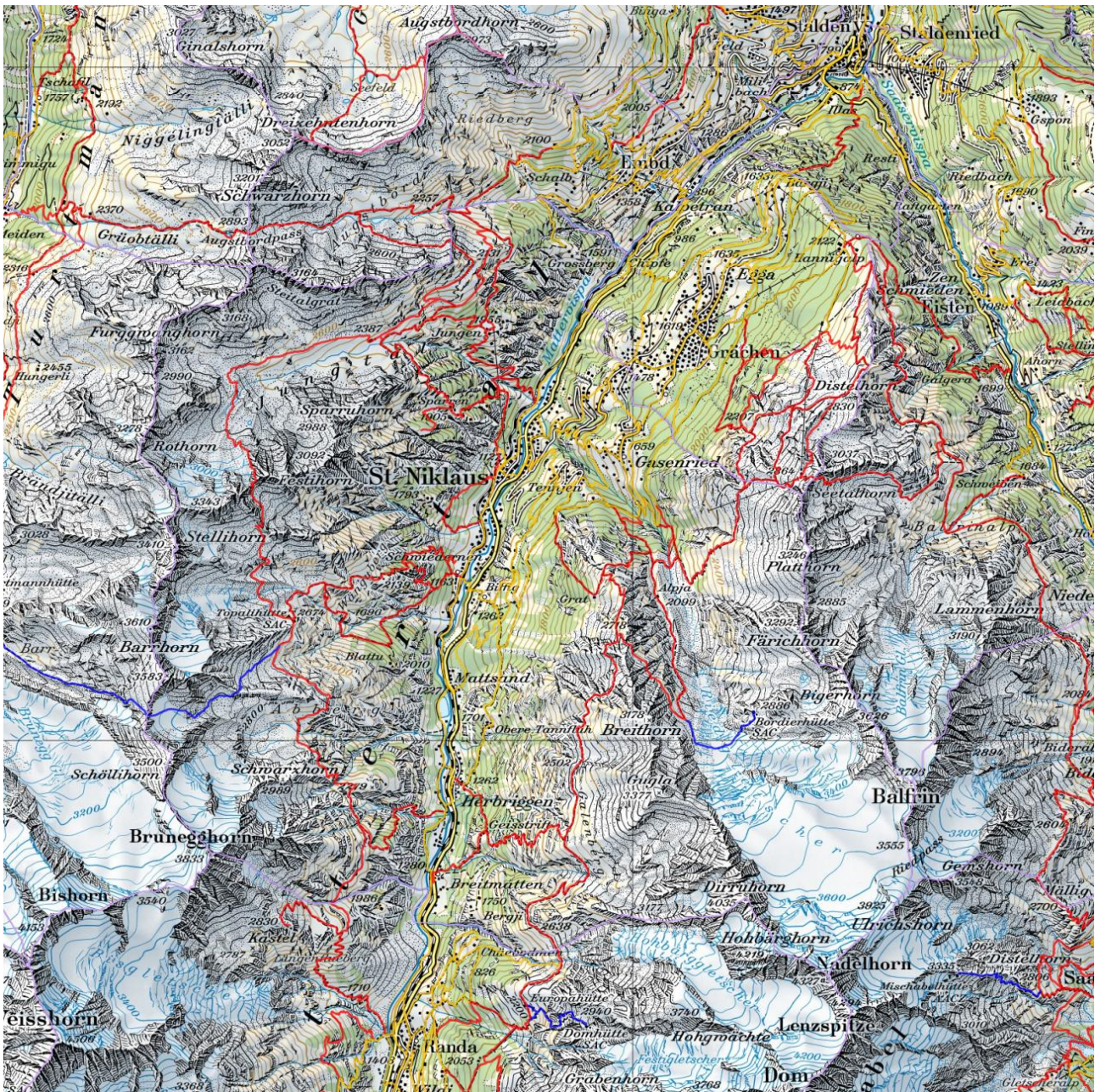


Abb. 3.2 Kartenausschnitt mit dem Wanderwegnetz. Gelbe Linien sind Wanderwege, rote Linien sind Bergwanderwege und blaue Linien sind Alpinwanderwege. Während sich die Wanderwege vor allem im Tal und unterhalb der Waldgrenze befinden, führen die Bergwanderwege vom Tal in Höhenlagen bis rund 3000 m ü. M (swisstopo, 2020).

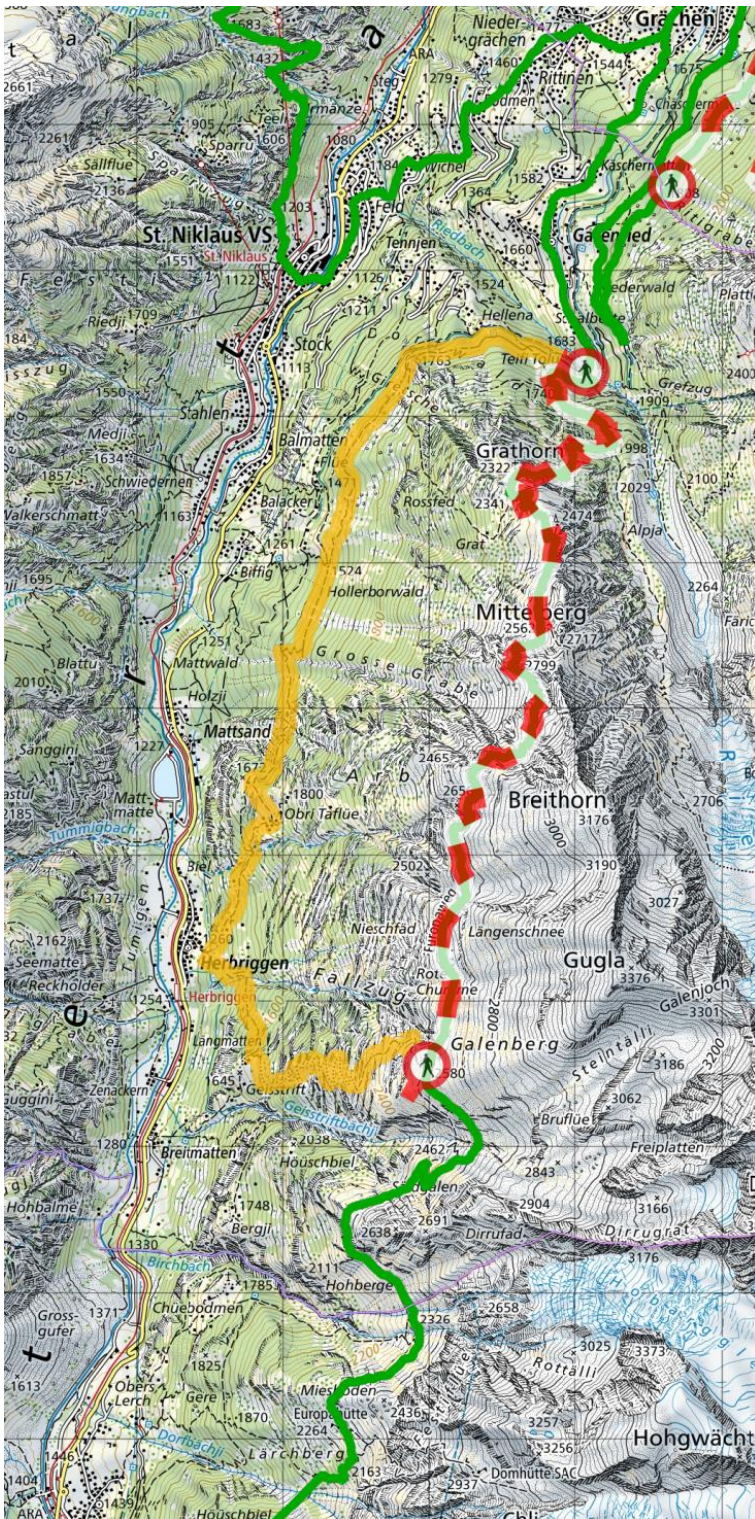


Abb. 3.3 Der Abschnitt des Europaweg (grün) Gasenried-Europahütte. Die rot-weiße Linie zeigt den aufgrund von Felssturz gesperrten Wegabschnitt, die orange Linie signalisiert die Umleitung via Gasenried–Herbruggen–Galenberg–Europahütte (swisstopo, ASTRA, Kanton Wallis, 2020).

4 Naturgefahren

Naturgefahrenereignisse sind in der Schweiz stets präsent und stellen eine Bedrohung für Menschen, Sachwerte und Infrastrukturen dar. Der Auftrag des Bundes ist es, die Bevölkerung und erhebliche Sachwerte vor Naturgefahren zu schützen (BAFU, 2018b). Die in der Schweiz am häufigsten auftretenden Naturgefahren können in gravitative sowie klimatische und tektonische Gefahren eingeteilt werden. Gravitative Naturgefahren haben eine ausgeprägte Standortgebundenheit. Dies bedeutet, dass solche Gefahren nicht überall auftreten, sondern stark raumgebunden sind. Das Wirkungsgebiet wird meist durch die Topografie beschränkt. Weitere Einflussfaktoren sind die Höhenlage, Geologie, Exposition und Bodenbeschaffenheit. Zu den gravitativen Naturgefahren werden Sturzprozesse, Murgänge, Überschwemmungen, Rutschungen und Lawinen gezählt. Klimatische und tektonische Naturgefahren sind nicht raumgebunden und können grundsätzlich überall auftreten. Zu den häufigsten klimatischen Gefahren werden Sturm, Hagel, Oberflächenabfluss und Grundwasseraustritt gezählt. Erdbeben gehören zu den tektonischen Gefahren (Holzgang, 2020).

Nachfolgend werden die planerischen Instrumente Gefahrenkarte und Gefahrenhinweiskarte erläutert. Der Ereigniskataster von St. Niklaus zeigt auf, welche Naturgefahren in St. Niklaus besonders präsent sind. Anschliessend werden die als relevant eingestuften Naturgefahren in Bezug auf die Wandernden und die Wanderwegeninfrastruktur mithilfe der Literatursynthese des SLF identifiziert. Für diese Naturgefahren werden die erwarteten Veränderungen infolge des Klimawandels aufgezeigt.

4.1 Gefahrenkarten und Gefahrenhinweiskarten

Die Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft (DWFL) des Kanton Wallis erfüllt zusammen mit den Gemeinden und anderen Partnern den Auftrag zur Minderung der Risiken gegen Naturgefahren. Dazu gehört die Gefahrenprävention welche anhand der Instrumente wie die Bestimmung der Gefahren, Gefahrenkarten, Messnetzverwaltung und Beobachtungsdienste bewältigt wird. Ebenso gehört die Umsetzung von Schutzmassnahmen zu den Tätigkeiten der DWFL. Die Dienststelle ist zuständig für die Naturgefahrenarten Lawinen, Gletscher und Massenbewegungen (DWFL Kanton Wallis, 2020c).

Gefahrenkarten zeigen für ein bestimmtes Gebiet die Bedrohung durch eine Naturgefahr auf. Basierend auf dem Ereigniskataster, Feldbeobachtungen und Messkampagnen werden für die Naturgefahren Lawinen, Hochwasser/Murgänge sowie geologische Massenbewegungen Gefahrenzonen ausgearbeitet (DWFL Kanton Wallis, 2020d). Die Gefahrenstufen (rot, blau, gelb, gelb-weiss gestreift) resultieren aus der zu erwartenden Intensität eines Ereignisses und der Wahrscheinlichkeit,

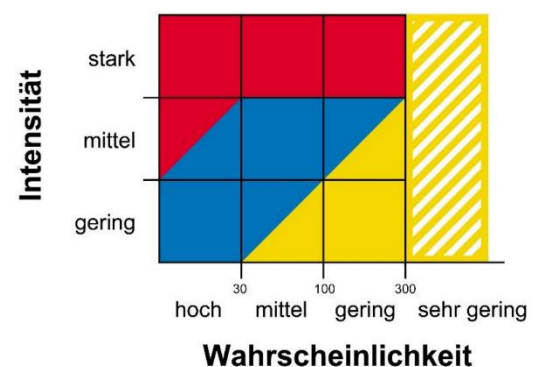


Abb. 4.1 Matrix der Gefahrenstufen als Ergebnis von Intensität und Wahrscheinlichkeit rot: erhebliche Gefährdung, blau: mittlere Gefährdung, gelb: geringe Gefährdung, gelb-weiss schraffiert: Restgefährdung (BAFU, 2015).

mit welcher ein Ereignis eintreten kann (Abb. 4.1). Gefahrenkarten beinhalten sehr detaillierte Informationen und werden deshalb nur für die Siedlungsgebiete ausgearbeitet. Ausserhalb des Siedlungsgebietes weisen Gefahrenhinweiskarten auf die potenziellen Gefahrengebiete hin. Gefahrenhinweiskarten basieren auf modellbasierten Abschätzungen und definieren die räumliche Ausdehnung einer Naturgefahr bei einem Extremereignis. Informationen über die Intensitäten sind meist nicht enthalten (BAFU, 2020).

Die Gefahrenkarten und Gefahrenhinweiskarten können über die Dienststelle für Geoinformation des Kanton Wallis (<https://www.vs.ch/de/web/egeo/dangers>) oder über das Geoinformationssystem der Walliser Gemeinden (<https://www.vsgis.ch/>) abgerufen werden. Für die Gefahr Lawinen, geologische Gefahren, und hydrologische Gefahren sind jeweils eigene interaktive Karten abrufbar. Ein Beispiel wie die interaktiven Gefahrenkarten und Gefahrenhinweiskarten aussehen, zeigt der Kartenausschnitt aus dem Dorfzentrum von St. Niklaus (Abb. 4.2).

Kanton Wallis Gefahrenkarte/Gefahrenhinweiskarte geologischen Gefahren

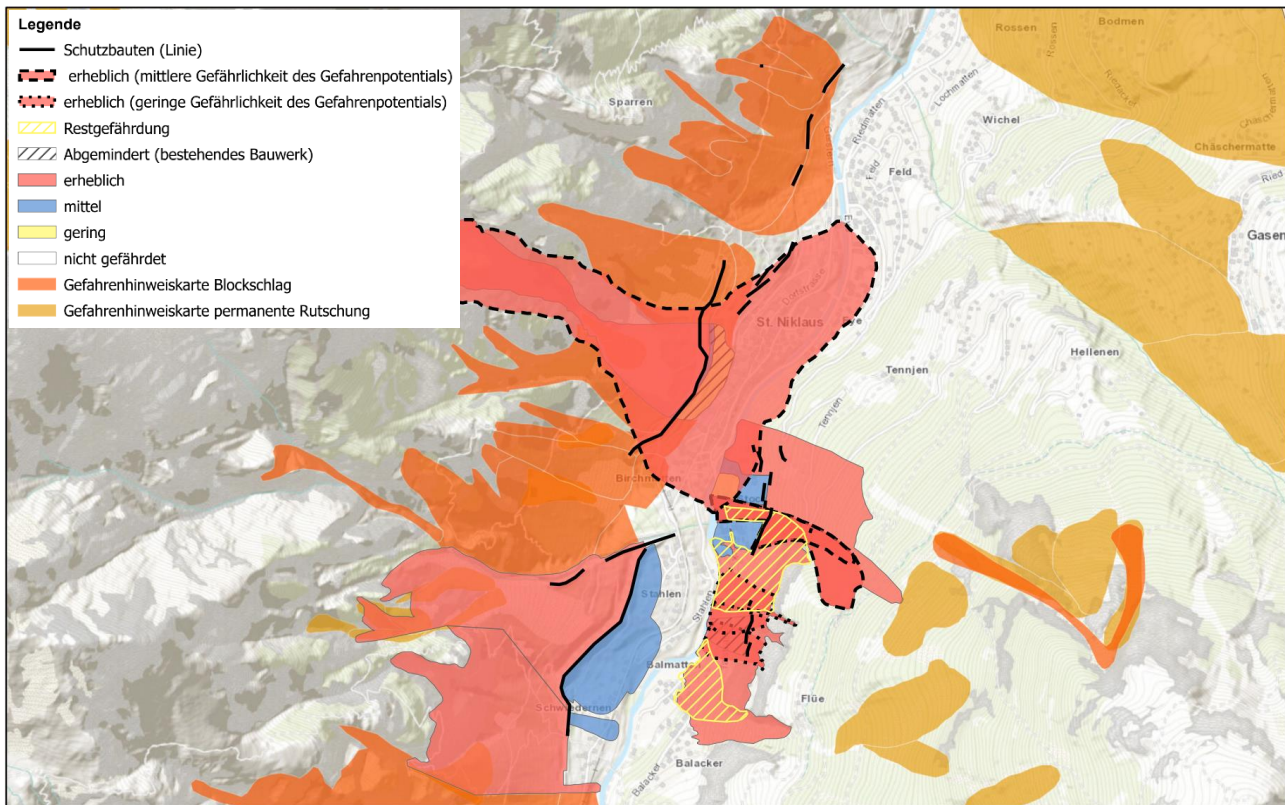


Abb. 4.2 Der Kartenausschnitt aus der Gefahrenkarte für geologische Gefahren, zeigt die gefährdeten Gebiete und deren Zuteilung in die verschiedenen Gefahrenstufen (DWFL Kanton Wallis, 2021).

4.2 Ereigniskataster

Die Naturgefahrenereignisse in der Gemeinde St. Niklaus werden in einem Ereigniskataster dokumentiert. Dieser wird von den zuständigen Ingenieuren der DWFL verwaltet. Ein Auszug aus dem Ereigniskataster der geologischen Gefahren wurde von Philippe Gsponer DWFL zur Verfügung

gestellt (Kontaktdaten im Anhang 1). Insgesamt wurden für den Zeitraum von Dezember 1993 bis März 2020 39 geologische Ereignisse dokumentiert. Diese werden in die vier verschiedene Prozessarten Stein-/Blockschlag, Felssturz, spontane Rutschung und Blockremobilisation unterteilt (Tab. 4.1). Die dokumentierten Ereignisse verteilen sich über das gesamte Gemeindegebiet und reichen von der Talsohle bis hinauf in Gebiete von 3000 m ü. M. Falls eine Ursache für die Sturzprozesse (Stein-/Blockschlag, Felssturz, Blockremobilisation) dokumentiert ist, handelt es sich um Dauerregen, Starkregen, Gewitter, markanter Temperaturanstieg, Schneeschmelze oder Frost-/Tauzyklen, welche die Gesteinsmassen in Bewegung brachten. Für die spontanen Rutschungen werden die Ursachen als Dauerregen oder Schneeschmelze identifiziert (DWFL Kanton Wallis, 2020a).

Prozessart	Anzahl Ereignisse
Stein-/Blockschlag	19
Felssturz	15
spontane Rutschung	3
Blockremobilisation	2
Total	39

Tab. 4.1 Für den Zeitraum Dez. 1993 bis März 2020 wurden total 39 geologische Gefahrenereignisse dokumentiert, welche in vier verschiedenen Prozessarten unterteilt werden (verändert nach: DWFL Kanton Wallis, 2020a).

Ein Auszug aus dem Ereigniskataster Hochwasser/Murgang wurde von Christian Studer, DWFL zur Verfügung gestellt (Kontaktdaten im Anhang 1). Für den Zeitraum von September 2006 bis Oktober 2020 wurden 24 Murgänge und 2 Hochwasser dokumentiert. Die Ereignisse ereigneten sich meist in einem Graben oder Wildbach (Tab. 4.2). Auszüge aus alten Berichten zeigen, dass Dokumentationen von Murgängen bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen (DWFL Kanton Wallis, 2020b). Diese Ereignisse gruppieren sich um die folgenden vier auf der östlichen Talseite liegenden Graben/Wildbäche: Bielzug, Fallzug, Geisstriftbach und Grosse Grabe (Abb. 4.3). Dies zeigt, dass Murgänge seit jeher präsent sind in den steilen Hangeinzügen von St. Niklaus.

Lokalisation	Ereignisse 2006-2020		Murgänge vor 2006 dokumentiert
	Anzahl Murgang	Anzahl Hochwasser	
Biel	2		
Bielzug	8	2	ja
Fallzug	5		ja
Geisstriftbach	1		ja
Grossberg	1		
Grosse Graben	1		ja
Guggigraben	1		
Ritigraben	1		
Spisszug	2		
unbekannt	2		
Total	22	2	

Tab. 4.2 Im Zeitraum von Sept 2006 bis Okt 2020 wurden 24 Murgänge und 2 Hochwasser dokumentiert. Die Ereignisse lassen sich nach Lokalisation meistens zu Graben oder Wildbächen zuordnen. Für die Graben/Wildbäche: Bielzug, Fallzug, Geisstriftbach und Grosse Grabe wurden bereits vor 2006 Murgänge dokumentiert (verändert nach: DWFL Kanton Wallis, 2020b).

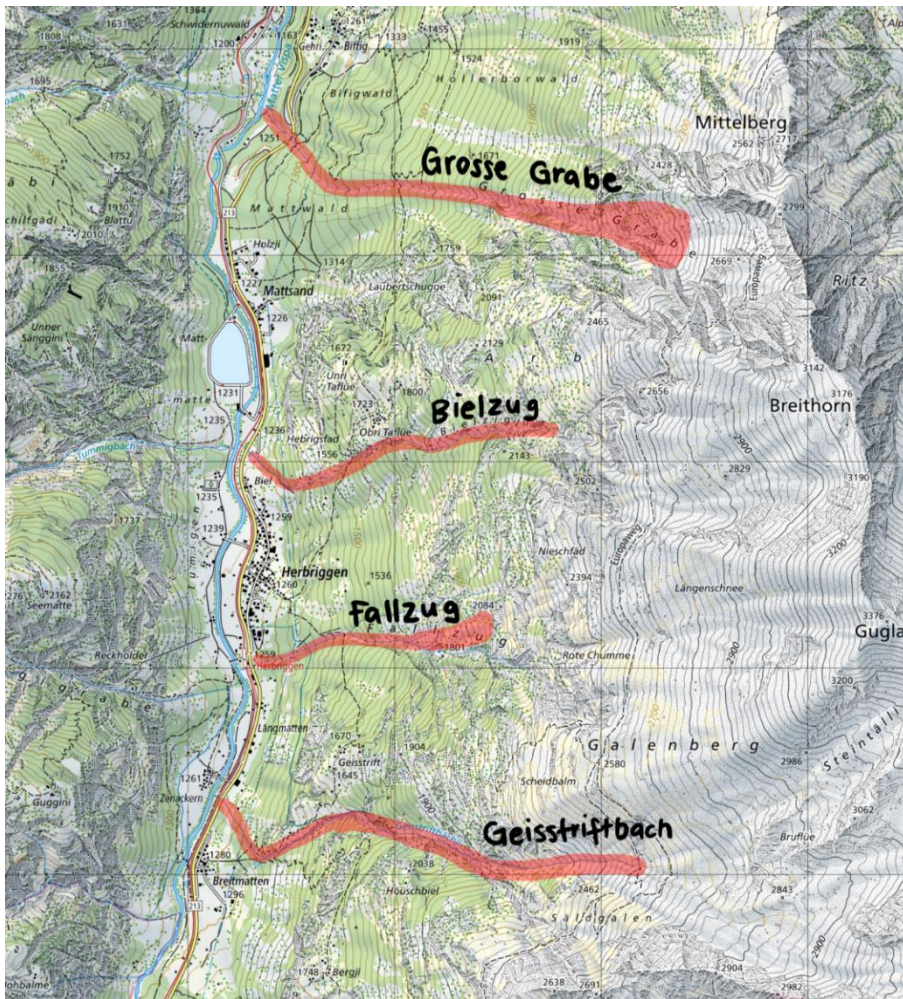


Abb. 4.3 Für die auf der östlichen Talseite liegenden Gräben/Wildbäche: Bielzug, Fallzug, Geisstriftbach und Grosse Grabe gibt es dokumentierte Murgang Ereignisse, welche bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen (DWFL, 2020). Karte (verändert nach: swisstopo, 2020).

Der Ereigniskataster Lawinen wird für diese Arbeit als nicht relevant eingestuft. Dieser Entschluss basiert auf der Tatsache, dass in diesem Bericht Wandern als Sommeraktivität behandelt wird. Zudem werden die Wanderwege im Winter nicht unterhalten (siehe 3.1.4 Zuständigkeit auf kommunaler Ebene). Später wird auf die Gefahr für Wandernde und Wanderweginfrastruktur durch Frühjahrs- und Sommerlawinen eingegangen. Diese Lawinen sind jedoch nicht mit Winterlawinen zu verwechseln, welche in den Lawinenzügen bis ins Tal niedergehen und sich dort ablagern.

4.3 Relevante Naturgefahren für das Wanderwegwesen

Betrachtet man die Naturgefahrensituation aus der Sicht der Wandernden und der Wanderweginfrastruktur, können bestimmte Naturgefahren priorisiert werden. Aufgrund der Spontanität und der Intensität des Prozesses werden die folgenden gravitativen Naturgefahren als besonders relevant in Bezug auf die Gefahrenprävention sowie auch die Wegerhaltung eingestuft:

- Sturzprozesse: Steinschlag, Blockschlag, Felssturz, Bergsturz
- Murgänge in Gräben und Wildbachprozesse
- Hangmuren und Rutschungen
- Frühjahrs- und Sommerlawinen

Dabei handelt es sich um gravitative Massenbewegungen welche meist im Zusammenhang mit einer nachteiligen geologischen und/oder geomorphologischen Bodenbeschaffenheit sowie einem auslösenden Ereignis stehen. Alle gravitativen Gefahren sind räumliche begrenzt. Diese Begrenzung wird durch die Topografie vom Entstehungsgebiet bis zum Ablagerungsgebiet vorgegeben (Bast et al., 2020). Nachfolgend werden die oben genannten Naturgefahren detaillierter erläutert.

Den Benutzern der Wanderwege unterliegt auch eine Eigenverantwortung, um sich vor bestimmten Naturgefahren zu schützen. Klimatische Naturgefahren wie Sturm, Regen, Hagel, Schneefall, Eisbildung fallen in die Kategorie der Eigenverantwortung. Mittels vorausschauender Planung und geeigneter Ausrüstung kann man sich vor solchen Gefahren schützen. Ebenso vor Hochwasser und Überschwemmungen im flachen Gelände, bei welchen der Wasserspiegel relativ langsam ansteigt, kann sich ein Wegbenutzer selbst schützen (Bundesamt für Strassen ASTRA & Schweizer Wanderwege, 2017). Solche Ereignisse werden deshalb als unrelevant für diese Arbeit eingestuft und werden nicht vertieft behandelt.

4.3.1 Definition Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz

Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz sind Sturzprozesse und werden als schnelle Massenbewegungen verstanden. Das losgelöste Gesteinsmaterial bewegt sich fallend, rollend oder springend talwärts. Die Sturzprozesse werden nach Durchmesser und Volumen in Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz eingeteilt (Tab. 4.3). Die Wirkung von Stein- und Blockschlag ist grundsätzlich in Linienform. Ein Einzelereignis hat somit eine geringere räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit als Fels- und Bergsturz, bei welchen die Wirkung flächenhaft ist (Abb. 4.4) (Bast et al., 2020).

Tab. 4.3 Klassifikation der Sturzprozesse Stein- und Blockschlag, Fels- und Bergsturz (BAFU, 2016).

Prozess	Durchmesser der Komponente	Volumen	Geschwindigkeit	Bemerkung
Steinschlag	<50 cm	-	<30 m/s	I. d. R. Einzelsteine pro Ereignis
Blockschlag	≥50 cm	Vol.<100 m ³	<30 m/s	I. d. R. Einzelblöcke pro Ereignis
Felssturz	-	Vol.>100 m ³ und Vol.<1 mio m ³	10–40 m/s	Felssturzmasse, i. d. R. Sturz einer Vielzahl von Fels- und Gesteinsblöcken, anschliessend Fragmentierung. Felsstürze können sich in verschiedenen Phasen ereignen (Teilabbrüche).
Bergsturz	-	Vol.>1 mio m ³	>40 m/s	Initialphase mit kompakter Bergsturzmasse. Prozessraum inkl. Ablagerungszone kann grosse Flächen betreffen.

4.3.2 Definition Murgänge und Wildbachprozesse

Als Murgang wird ein schnell fließendes Gemisch aus Wasser und Feststoffen bezeichnet mit einem schubartigen Fließverhalten. Der Feststoffanteil setzt sich meist aus Feinmaterial, Steinen, Blöcken und Holz zusammen und erreicht einen Anteil von bis zu 70 Prozent. Auslösende Ereignisse für Murgänge sind meist Starkniederschläge oder rascher Wassereintrag durch Schnee- und Eisschmelze. Murgänge haben eine flächenhafte Wirkung (Abb. 4.4) und stehen oft in Kombination mit Wildbächen und Gräben im steilen Gelände. Durch die hohe Geschwindigkeit, mit welcher sich das fließende Gemisch bewegt und das spontane Auftreten stellen Murgänge eine schwer einzuschätzende Gefahr für das Wanderwegwesen dar.

In steilen Bergregionen stellen Wildbachprozesse ebenfalls eine grosse Gefahrenquelle dar. Bei starken Niederschlägen kann durch den Bach eine grosse Menge an Gestein und Holz, welches im Bachbett liegt, mobilisiert werden. Die Wildbachprozesse wirken linienhaft bis flächig (Abb. 4.4).

4.3.3 Definition Hangmuren und Rutschungen

An steilen, wassergesättigten Böden führt ein plötzliches Loslösen der Bodenschicht zu einer Hangmure. Die abwärts fließende Materialfracht aus Lockermaterial, Bodenmaterial und Vegetationsbedeckung kann eine Geschwindigkeit von bis zu 10 m/s erreichen. Dies führt zu einer grossen Zerstörungskraft. Das Volumen von Hangmuren ist beschränkt. Der Eintrag von Hangmuren in ein Gerinne kann dort einen Murgang als Folgeprozess auslösen (PLANAT, ohne Datum).

Rutschungen treten an mässig bis steil geneigten Hängen auf und resultieren meist aus Scherbrüchen. Die Erscheinungsform von Rutschungen ist sehr vielfältig und die Grösse, Tiefe und Form der Gleitfläche variiert stark. Ebenso kann die Rutschbewegung langsam erfolgen (wenige Zentimeter pro Jahr) aber auch schnelle Geschwindigkeiten erreichen (mehrere Meter pro Tag oder schneller). Für Wandernde stellen nur schnelle und spontan auftretende Rutschungen eine Gefährdung dar. Wanderwege werden jedoch durch schnelle und langsame Rutschungen beschädigt (Bast et al., 2020).

Die Wirkung von Hangmuren und Rutschungen ist flächenhaft (Abb. 4.4). Die Prozesse werden hauptsächlich durch Wassereintrag und Wassersättigung ausgelöst (Bast et al., 2020).

4.3.4 Definition Frühlings- und Sommerlawinen

Als Frühlings- und Sommerlawinen werden umgangssprachlich Lawinen bezeichnet, welche in den Frühlings- und Sommermonaten entstehen. Die Erscheinungsform kann als Schneebrett oder Lockerschneelawine sein, welche in höher gelegenen Gebieten anbrechen und sich in tiefere gelegene Lagen bewegen. Das Ablagerungsgebiet kann bereits schneefrei sein, somit wird die Gefahr von auftretenden Lawinen nicht gleich wahrgenommen, als wenn noch Schnee liegt. Die Wirkung ist flächenhaft. Frühlings- und Sommerlawinen treten besonders nach starken Schneefällen im Sommer, bei Regen oder nach tageszeitlicher Erwärmung auf. Der Hauptauslöser für Nassschneelawinen ist flüssiges Wasser in der Schneedecke, welches Bindungen an Schichtgrenzen schwächt. Da

auch oft Geröll und Holz mitgeführt werden, können erhebliche Schäden an der Wanderweginfrastruktur entstehen. Das Risiko für Wandere kann durch eine richtige Tourenplanung und eine angemessene Gefahrenabschätzung reduziert werden (Bast et al., 2020).

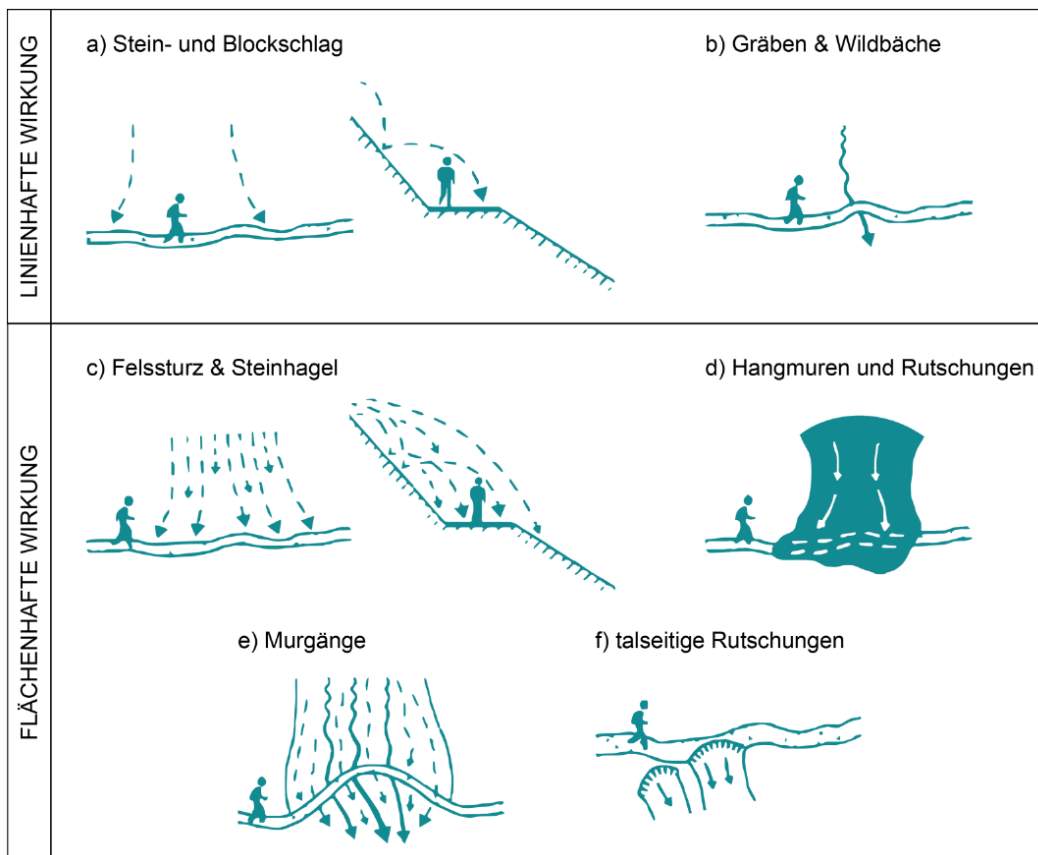


Abb. 4.4 Linienhafte und flächenhafte Wirkung der verschiedenen Naturgefahren (Bast et al., 2020).

4.4 Erwartete Szenarien 2040

Die prognostizierten Klimaszenarien wirken sich auch auf die Naturgefahren auf. Da sich Extremereignisse in Zukunft wahrscheinlich häufen werden, wird auch die Gefährdung durch Naturgefahren verstärkt. Je nach Prozessart sind die Auswirkungen des Klimawandels unterschiedlich. Für die für das Wanderwegwesen relevanten Naturgefahren werden nachfolgend die für den Alpenraum erwarteten Szenarien dargelegt.

4.4.1 Zukunftsszenario Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz

In Zukunft ist mit einer Zunahme von Sturzprozessen zu rechnen. Die Frequenz wie auch die Magnitude wird steigen im alpinen und hochalpinen Gelände. Starkniederschläge und langanhaltender Niederschlag können vermehrt Sturzprozesse in bereits gefährdeten Gebieten auslösen. Mit dem Temperaturanstieg kommt es besonders in Gletscherrückzugsgebieten sowie Gebieten, wo der Permafrost auftaut, vermehrt zur Destabilisierung von Hängen was wiederum zu häufigeren Sturzprozessen führt (Bast et al., 2020). Mit den steigenden Temperaturen werden Frost-Tau-Zyklen in höheren Lagen häufiger, was zu einer Zunahme von Sturzprozessen führt, falls die geologischen

Voraussetzungen gegeben sind. Im Gegensatz nehmen jedoch Sturzprozesse in tieferen Lagen möglicherweise ab, dort wo Frost-Tau-Zyklen tendenziell abnehmen (Nauser, 2016).

4.4.2 Zukunftsszenario Murgänge und Wildbachprozesse

Murgänge und Wildbachprozesse sind abhängig von den zukünftigen Niederschlagsprognosen. Der Trend zeigt, dass möglicherweise in den Sommermonaten mit einer Reduktion dieser Prozesse zu rechnen ist, in den Übergangs- und Wintermonaten mit einer Zunahme. Starkniederschläge und Extremereignisse verstärken die Gefahr. Eine wesentliche Rolle spielt, insbesondere für die Entstehung von Murgängen, die erhöhte Materialverfügbarkeit. Durch Gletscherrückzug, auftauender Permafrost und der vermehrte Wassereintrag durch Anstieg der Schneefallgrenze, ist viel mehr Lockermaterial vorhanden, welches mobilisiert werden kann. Zusammenfassend wird eine zunehmende Häufigkeit von Murgängen und Wildbachprozessen im alpinen Raum erwartet (Bast et al., 2020).

4.4.3 Zukunftsszenario Hangmuren und Rutschungen

Hangmuren und Rutschungen werden hauptsächlich durch Wassereintrag und Wassersättigung im Boden ausgelöst. Die Häufigkeit dieser Prozesse wird sich deshalb bei einem Anstieg des Niederschlags und besonders bei langanhaltendem Niederschlag häufen (Bast et al., 2020). Gleichzeitig wirkt sich eine allfällige Abnahme des Niederschlags im Sommer auch auf eine Reduktion von Hangmuren und Rutschungen aus. Der Anstieg der Schneefallgrenze und die kürzere Dauer der Schneebedeckung aufgrund der höheren Temperaturen könnte Rutschungen besonders im Frühjahr begünstigen (Nauser, 2016).

4.4.4 Zukunftsszenario Frühlings- und Sommerlawinen

Eine Prognose zur Einschätzung des entwickelnden Trends für Frühlings- und Sommerlawinen ist schwierig. Es lässt sich vermuten, dass durch den Anstieg der Schneefallgrenze die Gebiete, in welchen Sommerlawinen möglich sind, reduziert werden. Im Gegensatz dazu verhalten sich die Frühlings- und Nassschneelawinen, welche in höher gelegenen Gebieten entstehen und weit in bereits schneefreie Gebiete vordringen können. Sind die Temperaturen im Frühjahr höher, begünstigt dies die Entstehung von Nassschneelawinen. Häufigere Extremereignisse führen tendenziell in höheren Lagen zu einer Zunahme von Nassschneelawinen, in tieferen Lagen jedoch zu einer Abnahme (Bast et al., 2020).

5 Ergebnisse

Die gravitativen Naturgefahren Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz, Murgänge und Wildbachprozesse, Rutschungen und Hangmuren sowie Frühjahrs- und Sommerlawinen werden anhand der gewonnenen Erkenntnisse aus der Literaturrecherche spezifisch auf die Region St. Niklaus übertragen. Zudem wird eine Einschätzung bezüglich der möglichen Naturgefahrenentwicklung gemacht. Ausserdem werden die künftigen Herausforderungen für das regionale Wanderwegwesen identifiziert. Die Ergebnisse zum Wanderwegwesen basieren vor allem auf den Erkenntnissen aus dem regionalen Transfer- und Adaptationsworkshop in St. Niklaus (Einladung und Teilnehmerliste im Anhang 2 und 3).

5.1 Mögliche Naturgefahrenentwicklung

5.1.1 Ergebnisse Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz

Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz werden in St. Niklaus als Naturgefahren mit dem grössten Schadenpotential in Bezug auf das Wanderwegwesen identifiziert. Diese Einstufung basiert auf der Tatsache, dass bereits heute über das gesamte Gemeindegebiet verteilt Ereignisse dokumentiert sind. Die steile Topologie begünstigt zudem Sturzprozesse. Beim Betrachten der Gefahrenkarte fällt auf, dass nahezu fast der gesamten Talkessel als gefährdetes Gebiet bezüglich Sturzprozesse eingestuft ist oder die Gefahrenhinweiskarte auf eine mögliche Gefahr hindeutet. Der andauernde Temperaturanstieg wirkt sich auf einen fortschreitenden Gletscherrückzug aus. Zudem werden Hänge aufgrund des auftauenden Permafrosts destabilisiert und Lockergestein ist vermehrt verfügbar. Da das Vorkommen von Permafrost auf der östlichen und westlichen Talseite ab einer Höhe von 2400-2500 m ü. M als möglicherweise vorhanden kartiert wird, verteilt sich die Problematik über das gesamte Gemeindegebiet ab diesen Höhenlagen. Zudem begünstigen auch die prognostizierten häufigeren Starkregenereignisse eine Zunahme von Sturzprozessen.

5.1.2 Ergebnisse Murgänge und Wildbachprozesse

Murgänge und Wildbachprozesse werden als sehr relevante Naturgefahr in St. Niklaus eingeschätzt. Anders als bei den Sturzprozessen können Murgänge und Wildbachprozesse in der räumlichen Ausdehnung besser abgegrenzt werden. Die Ereignisse konzentrieren sich auf die Geländegräben und Bäche auf der Ost- und Westseite des Tals. Die Gefährdung betrifft somit die Wanderwege, welche durch einen Graben führen oder einen Wildbach überqueren. Die erhöhte Materialverfügbarkeit in Kombination mit häufigeren Extremereignissen verstärkt künftig die Gefahr von Murgängen und Wildbachprozessen.

5.1.3 Ergebnisse Hangmuren und Rutschungen

Rutschungen und Hangmuren werden in St. Niklaus als Naturgefahr mit wenig Gewicht eingestuft. Hangmuren und Rutschungen sind eng mit dem fallenden Niederschlag verbunden. In St. Niklaus

fallen ganzjährig nur geringe Niederschlagsmengen und die Bedingungen, welche besonders am Talgrund und bis in eine Höhe von 2000 m ü. M. herrschen, sind trocken. Somit ist die Gefahr gering, dass Böden übersättigt werden und abrutschen. Betrachtet man die Gefahrenkarte und die Gefahrenhinweiskarte sind keine Gebiete von potenziellen Gefahren durch Hangmuren und spontanen Rutschungen bedroht. Trotzdem gilt es Hangmuren und Rutschungen für die Region nicht komplett zu verharmlosen. Der Ereigniskataster zeigt, dass in den letzten 30 Jahren drei dokumentierte Ereignisse von spontanen Rutschungen auftraten. Durch künftig häufiger erwartete Extremereignisse könnte auch die Problematik von Hangmuren und Rutschungen zunehmen.

5.1.4 Ergebnisse Frühlings- und Sommerlawinen

St. Niklaus ist von vielen verschiedenen Höhenstufen geprägt, denn die Ausdehnung der Gemeinde erstreckt sich von 900-4327 m ü. M. Der höchste Punkt des Wanderwegnetzes ist mit einem alpinen Wanderweg erschlossen und befindet sich auf dem Schölljoch auf 3342 m ü. M. Die am tiefsten liegenden Wege sind Wanderwege, welche in der Talsohle verlaufen. Für die Höhenlage von 800-1500 m sehen die Klimaszenarien eine Abnahme der Neuschneetage und eine markante Zunahme der Hitzetage vor. Auf den Wanderwegen in diesen Höhenlagen ist somit die Gefahr durch Frühlings- und Sommerlawinen auszuschliessen. Wie die Entwicklung in den restlichen Höhenlagen aussieht, ist schwierig zu sagen. Häufigere Extremereignisse erschweren eine Prognose über die künftige Schneereignisse im Sommer im Hochgebirge. Zudem fehlt auch die Kenntnis über vergangene Ereignisse in St. Niklaus bei denen Wanderer durch Lawinen im Sommer betroffen waren. Somit kann im Rahmen dieser Arbeit nicht abschliessend ermittelt werden, wie sich die Gefahr für das Wanderwegwesen durch Frühjahrs- und Sommerlawinen entwickeln wird.

5.2 Herausforderungen für das regionale Wanderwegwesen

Mit der Zunahme der Naturgefahrenereignisse werden künftig mehr Schäden am Wanderwegnetz erwartet. Die Zeit und der Aufwand für den Wegunterhalt vergrössern sich. Eine Möglichkeit, um auch künftig den finanziellen und personellen Aufwand stemmen zu können wird in der Ausdünnung des Wanderwegnetzes gesehen. Es könnte sinnvoll sein, dort wo zwei verschiedene Wege vom selben Ausgangspunkt an den gleichen Zielpunkt führen nur noch ein Weg zu unterhalten. Somit könnten Gelder und Arbeitsaufwand gezielter eingesetzt werden und die Qualität im Netz steigt insgesamt an.

Als besonders von Naturgefahrenereignissen betroffene Wege werden Strecken gesehen, welche parallel im Hang verlaufen. Am Europaweg zeigt sich, dass diese Streckenführung durch ein von Felssturz betroffenes Gebiet führt und die Wegstrecke nun bis auf weiteres gesperrt und umgeleitet wird. Ebenfalls parallel zum Hang verläuft auf der westlichen Talseite der Weg von der Topalihütte Richtung Randa. Dieser Weg ist gemäss Aussagen des kommunalen Werkhofs ebenfalls häufig von Steinschlag betroffen und muss regelmässig unterhalten werden. Es gibt Befürchtungen für die Zukunft, dass möglicherweise sehr exponierte Wege nicht mehr unterhalten werden können. Als ein solcher Weg gesehen wird der Bergwanderweg welcher vom Riedgletscher über eine Nordflanke

verlaufend zum Mittelberg führt. Als Problemstelle wird auch der Bereich Wasulicke identifiziert, über welche der Bergwanderweg von der Topalihütte ins Jungtal führt. Bei der Wasulicke handelt es sich um ein Gebiet mit instabiler Felsdisposition und es kommt immer wieder zu Stein- und Blockschlägen. Eine Hinweistafel warnt Wanderer bereits heute vor der drohenden Steinschlaggefahr. Die Steinschlagproblematik wird sich möglicherweise verschärfen, da die steigenden Temperaturen das Gestein weiter destabilisieren (Abb. 5.1).

Eine weitere Schwierigkeit stellen Wege dar, welche über Geländegraben oder Wildbäche führen. Aufgrund zunehmender Murgänge und Wildbachprozesse könnte es vermehrt zu Schäden an Brücken und Bachüberquerungen kommen. Ebenfalls gibt es nach einem Ereignis immer einen punktuellen Streckenunterbruch für den betroffenen Weg. Bleibt die Strecke für längere Zeit unterbrochen führt dies zu einem nicht mehr verbundenen Wegnetz.

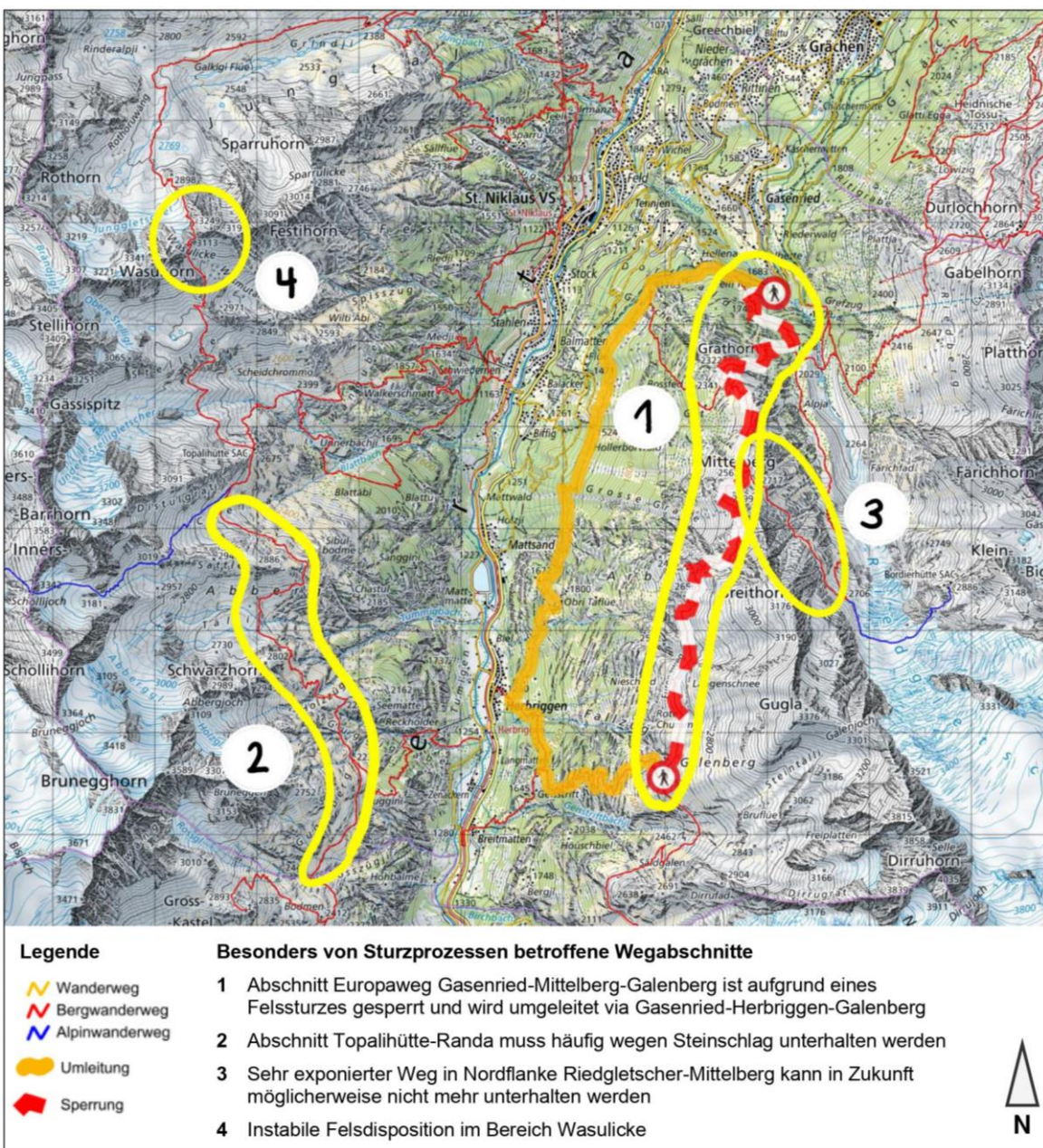


Abb. 5.1 Die Karte zeigt die identifizierten Wegabschnitte auf, welche besonders von Sturzprozessen betroffen sind. In Zukunft wird erwartet, dass noch mehr Sturzereignisse die Wanderwege beeinträchtigen. Karte (verändert nach: swisstopo, ASTRA, Kanton Wallis, 2020).

6 Diskussion

In dieser Semesterarbeit wurde die mögliche Naturgefahrenentwicklung infolge des Klimawandels für die Pilotregion St. Niklaus anhand einer Literaturrecherche aufgezeigt. Dabei lag der Fokus auf den für das Wanderwegwesen relevanten Naturgefahren. Im regionalen Transfer- und Adaptionsworkshop wurden die künftigen Herausforderungen und die möglichen Problemstellen im aktuellen Wanderwegnetz identifiziert. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass künftig Naturgefahrenereignisse zunehmen werden und sich diese negativ auf die Wanderweginfrastruktur auswirken werden.

Eine kritische Betrachtung der Ergebnisse ist besonders bezüglich der miteingeflossenen Prognosen der «Schweizer Klimaszenarien CH2018» für die Grossregion Alpen nötig. Innerhalb dieser Grossregion sind die klimatischen Verhältnisse teilweise kleinräumig sehr verschieden (MeteoSchweiz, 2014). Die Prognosen konnten somit nicht direkt auf die Region St. Niklaus übertragen werden. Anhand der zusammengetragenen Fakten aus den Kapiteln 2.1 Geografie und Geomorphologie sowie 2.2 Klima, wurde jedoch versucht eine Differenzierung innerhalb der Grossregion Alpen zu machen. Somit können die Ergebnisse als plausibel betrachtet werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass in St. Niklaus insbesondere Sturzprozesse, Murgänge und Wildbachprozesse, die am häufigsten auftretenden Naturgefahren mit Auswirkungen auf das Wanderwegwesen sind. Die in Folge des Klimawandels immer wärmer werdenden Temperaturen begünstigen das Auftauen des Permafrostes und treiben den Gletscherrückzug voran. Dies führt zur Destabilisierung des Bodens in den höheren Lagen, was wiederum Sturzprozesse begünstigt (Bast et al., 2020). Dadurch ist mehr Lockermaterial vorhanden, welches durch Starkniederschläge mobilisiert werden kann und als Murgang bis ins Tal transportiert wird. Dies zeigt, dass in Zukunft möglicherweise die verschiedenen Naturgefahren in Kombination miteinander zu Verkettungen führen. Solche Verkettungen vergrössern das Ausmass eines Ereignisses und somit wird auch der dadurch entstehende Schaden erhöht.

Durch die erwartete Zunahme der Naturgefahrenereignisse ist in Zukunft mit vermehrten Schäden am Wanderwegnetz zu rechnen. Der Aufwand für den Wegunterhalt vergrössert sich, was wiederum mit erhöhten Kosten verbunden ist. Die Finanzierung des Wanderwegwesens im Kanton Wallis zeigt, dass für den Unterhalt die betroffenen Gemeinden aufkommen müssen und keine Subventionierung anhand von Kantonsbeiträgen gewährt wird (GWFV, 2012). Dies bedeutet, dass beim Unterhalt, welcher künftig wohl mehr Aufwand beansprucht, die Gemeinden finanziell auf sich allein gestellt sind. Mit der jetzigen kantonal geregelten Finanzierung des Wanderwegwesens, besteht das Risiko, dass die finanziellen Mittel einer Gemeinde für den Wegunterhalt in Zukunft nicht mehr ausreichen werden. Dies würde sich negativ auf die Qualität der Wege auswirken und im weiteren Sinne betrachtet, wird auch die Sicherheit der Wandernden beeinträchtigt. Ein möglicher Lösungsansatz könnte der Einsatz von Freiwilligen oder Zivildienst-/Zivilschutzleistenden sein, welche eine Gemeinde beim Wegunterhalt unterstützen.

Diese Semesterarbeit trägt dazu bei, dass gestützt auf dem Aufbau dieser Arbeit, eine Abschätzung der Naturgefahrenentwicklung in ähnlichem Sinne auch für eine andere Wanderregion durchgeführt werden kann. Dies schafft Grundlagen, welche mit in die künftige Entwicklung des Wanderwegnetzes einer Gemeinde oder Region einfließen können. Eine frühzeitige Planung des Streckennetzes wird in Anbetracht der Auswirkungen des Klimawandels immer wichtiger. So kann beispielsweise für jeden Weg im Streckennetz, anhand des bereits bestehenden Unterhalts und des grob zu erwartendem Unterhalt, die möglichen künftigen Probleme identifiziert werden. Dies schafft die Möglichkeit, frühzeitig über Massnahmen zu sprechen und die Wegabschnitte mit dem höchsten Handlungsbedarf zu priorisieren. So können die vorhandenen finanziellen und personellen Mittel gezielt eingesetzt werden.

7 Literaturverzeichnis

- BAFU. (2016). *Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren* (S. 98). <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/publikationen-studien/publikationen/schutz-vor-massenbewegungsgefahren.html>
- BAFU. (2018a, Juli 3). *Faktenblatt Gefährdungskarte Oberflächenabfluss*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-naturgefahren/naturgefahren--fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/gefaehrdungskarte-oberflaechenabfluss.html>
- BAFU. (2018b, September 25). *Gefahrenprozesse*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-naturgefahren/naturgefahren--fachinformationen/gefahrenprozesse.html>
- BAFU. (2018c, September 28). *Hinweiskarte der Permafrostverbreitung in der Schweiz*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-naturgefahren/naturgefahren--fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/hinweiskarte-der-permafrostverbreitung-in-der-schweiz.html>
- BAFU. (2020, April 30). *Gefahrenkarten, Intensitätskarten und Gefahrenhinweiskarten*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-naturgefahren/naturgefahren--fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/gefahrenkarten--intensitaetskarten-und-gefahrenhinweiskarten.html>
- Baltisberger, M., & Nyffeler, R. (2018). *Biogeographische Regionen* (S. 2). http://www.balti.ethz.ch/pdf/Biogeographische_Regionen.pdf
- Bast, A., Ortner, G., & Bründl, M. (2020). *Sicher Wandern 2040. Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf das Wanderwegewesen—Eine Literatursynthese* (S. 49). WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF. <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A23152/>
- BFS. (2016, November 24). *Arealstatistik Standard—Gemeinden nach 4 Hauptbereichen—1979-1985, 1992-1997, 2004-2009 | Tabelle*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung/gesamtspektrum-regionalen-stufen/gemeinden.assetdetail.1420928.html>
- Bundesamt für Strassen ASTRA & Schweizer Wanderwege. (2017). *Leitfaden Gefahrenprävention und Verantwortlichkeit auf Wanderwegen*.
- DWFL Kanton Wallis. (2020a). *Ereigniskataster geologische Gefahren St. Niklaus*.
- DWFL Kanton Wallis. (2020b). *Ereigniskataster Hochwasser/Murgang St. Niklaus*.
- DWFL Kanton Wallis. (2020c). *Naturgefahren*. <https://www.vs.ch/de/web/sfcep/les-dangers-naturels>
- DWFL Kanton Wallis. (2020d). *Naturgefahrenkarten*. <https://www.vs.ch/de/web/sfcep/cartes-de-dangers>
- DWFL Kanton Wallis. (2021, Januar 20). *Gefahrenkarte geologische Gefahren*. <https://www.vs.ch/de/web/sfcep/cartes-de-dangers>
- Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG) vom 4. Oktober 1985 (Stand am 1. Februar 1996), SR 704.
- Gemeinde St. Niklaus. (kein Datum). *St. Niklaus—Portrait*. <https://www.st-niklaus.ch/sites/index.php/portrait/ueberblick/41-ueberblick>
- Gnägi, C., & Labhart, T. P. (2015). *Geologie der Schweiz* (9. Auflage). hep verlag ag.

- Gottet, M. (2018, September 4). Der Fels bröckelt weiter. *Walliser Bote*.
- Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (GWFV) vom 14. September 2011 (Stand 1. Januar 2012), SR 704.1.
- Holzgang, C., BAFU. (2020, Oktober 27). *Naturgefahren und Raumnutzung—Screencast Modul Räumliche Entwicklung, ZHAW Wädenswil*.
- Hydrologischer Atlas der Schweiz. (2020). *Daten- und Analyseplattform*. hydromaps.ch. www.hydromaps.ch
- MeteoSchweiz. (2014). «*Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht*», *Fachbericht MeteoSchweiz*, 243 (S. 36).
- MeteoSchweiz. (2018, Januar 11). *Klima der Schweiz*. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klima-der-schweiz.html>
- MeteoSchweiz. (2020a, Mai 19). *Klimadiagramme und Normwerte pro Station*. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/klima-normwerte/klimadiagramme-und-normwerte-pro-station.html?station=grc>
- MeteoSchweiz. (2020b, November 9). *Jahresverlauf an Stationen*. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/jahresverlauf-an-stationen.html?station=grc>
- Nauser, M. (2016). *Das Wallis angesichts des Klimawandels—Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten in den Bereichen Wasserbewirtschaftung und Naturgefahren*.
- NCCS. (2018, November 7). *Klimaszenarien CH2018 Alpen*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/regionen/grossregionen/alpen/klimaszenarien-ch2018-alpen.html>
- NCCS. (2019a, März 29). *Klimaszenarien verstehen*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien/klimaszenarien-verstehen.html>
- NCCS. (2019b, August 16). *Kernaussagen*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien/kernaussagen.html>
- NCCS. (2019c, August 29). *Grossregionen*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/regionen/grossregionen.html>
- NCCS. (2020, September 1). *F.11 Sicher Wandern 2040*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak/projektephase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel--cluster-Sensibilisierung/f-11-sicher-wandern-2040.html>
- PLANAT. (ohne Datum). *Informationsplattform zum Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz—Hangmure*. <http://www.planat.ch/de/wissen/rutschung-und-felssturz/hangmure/>
- Schneeberger, M. (2020). *Sicher Wandern 2040 – Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten im Wanderwegwesen in den Kantonen Schwyz und Wallis im Hinblick auf Anpassungen an den Klimawandel*. Semesterarbeit, unveröffentlicht. ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Schweizmobil. (ohne Datum). *Swiss Tour Monte Rosa—Wanderland*. [schweizmobil.ch. https://www.schweizmobil.ch/de/wanderland/routen/regionale-routen/route-027.html](https://www.schweizmobil.ch/de/wanderland/routen/regionale-routen/route-027.html)
- Summermatter, J. (2020, Juni 5). Der Aufstieg bleibt vorerst steil. *Walliser Bote*.
- swisstopo. (2020). *geo.admin.ch—Das Geoportal des Bundes*. <https://map.geo.admin.ch>
- Valrando. (2020). *Valrando Statuten*. <https://www.valrando.ch/de/Ueber-uns>

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 2.1** Kartenausschnitt von St. Niklaus, welches sich im Nord-Süd verlaufenden Mattertal befindet. Die Höhenlage der Gemeinde erstreckt sich von 900 m ü. M. bei Kipfen (mitte oben) bis hoch zum Nadelhorn 4327 m ü. M (rechts unten). Die Gemeindegrenzen sind als violette Linien dargestellt (swisstopo, 2020). _____ 7
- Abb. 2.2** Geologische Kartenskizze der südlichen Walliser Alpen. Schwarz umkreist ist St. Niklaus, wo die penninische Siviez-Mischabel-Decke den Untergrund bildet (Gnägi & Labhart, 2015, S. 103). _____ 8
- Abb. 2.3** Kartenausschnitt aus der Permafrosthinweiskarte, welche die potenzielle Permafrostverbreitung aufzeigt. Mit möglichem Permafrost wird in der Region St. Niklaus ab einer Höhenlage von 2400- 2500 m ü. M gerechnet. Die Fläche wird auf rund 27 km² geschätzt (swisstopo, BAFU, 2020). _____ 9
- Abb. 2.4** Mögliche durch Oberflächenabfluss gefährdete Gebiete in St. Niklaus und die erwartete Wassertiefe bei einem Ereignis mit der Wiederkehrperiode seltener als 100 Jahre (swisstopo, BAFU, 2020). _____ 10
- Abb. 2.5** Karte der jährlichen mittleren Niederschlagssummen für die Normperiode 1981-2010. Im Talgrund herrschen sehr trockene Bedingungen, während die Niederschlagssummen mit zunehmender Höhenlage ansteigen (Hydrologischer Atlas der Schweiz, swisstopo, MeteoSchweiz, 2020). _____ 11
- Abb. 2.6** Langjährige Messreihe der Station Grächen für die Normperiode 1981-2010. Die roten Linien zeigen die langjährigen Mittelwerte der Monatsmitteltemperatur sowie die mittleren monatlichen Maximum- und Minimumtemperaturen an. Die blauen Säulen zeigen die monatlichen mittleren Niederschlagssummen (MeteoSchweiz, 2020a). _____ 12
- Abb. 2.7** Jahresverlauf (09.11.2019-08.11.2020) der Station Grächen im Vergleich mit den Werten aus der Normperiode 1981-2010. Die mittlere Lufttemperatur liegt 1.6° C höher als in der Normperiode, die Niederschlagssumme liegt nur 2mm höher verglichen mit der Normperiode (MeteoSchweiz, 2020b). _____ 13
- Abb. 2.8** Beobachtungen und Prognose für die Entwicklung der Temperatur in den Alpen. Dargestellt sind die Abweichungen der mittleren Temperatur gegenüber der Normperiode für die Jahreszeiten Winter (Dezember - Februar) und Sommer (Juni - August). Es wird ein zunehmender Anstieg der Temperatur erwartet, im Winter etwas weniger stark als im Sommer (NCCS, 2018). © Klimaszenarien CH2018 _____ 14
- Abb. 2.9** Prognostizierte Entwicklung für die Anzahl Neuschneetage und Hitzetage pro Jahr in den Alpen. Unterteilt nach verschiedenen Höhenstufen. Eine Abnahme für die Anzahl Neuschneetage und eine Zunahme für die Anzahl Hitzetage ist für beide Emissionsszenarien RCP2.6 und RCP8.5 vorausgesehen. © Klimaszenarien CH2018 _____ 15
- Abb. 2.10** Die erwarteten Abweichungen der Niederschlagsmengen für Mitte des Jahrhunderts für den Sommer für das Emissionsszenario RCP2.6 (links) und RCP8.5 (rechts). Die Region rund um St. Niklaus ist rot eingekreist. © Klimaszenarien CH2018 _____ 15
- Abb. 2.11** Die erwarteten Abweichungen der Niederschlagsmengen für Mitte des Jahrhunderts für den Winter für das Emissions- szenario RCP2.6 (links) und RCP8.5 (rechts). Die Region rund um St. Niklaus ist rot eingekreist. © Klimaszenarien CH2018 _____ 15
- Abb. 2.12** Prognose für die Änderung des mittleren Niederschlags gegenüber heute (Normperiode 1981 - 2010) für die Jahreszeiten Winter (Dezember - Februar) und Sommer (Juni - August) in den Alpen. Im Winter wird mit einer leichten Niederschlagszunahme gerechnet, im Sommer mit einer Abnahme. Die horizontalen Linien entsprechen dem Medianwert über die Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen. Die farbigen Balken zeigen die Bandbreite aller Simulationen und beinhalten natürliche Schwankungen sowie systematische Modellunsicherheiten (NCCS, 2018). © Klimaszenarien CH2018 _____ 16

- Abb. 3.1** Die gemäss Schweizer Norm SN 640 829a verbindlich definierten Wegkategorien Wanderweg, Bergwanderweg und Alpinwanderweg (Bundesamt für Strassen ASTRA & Schweizer Wanderwege, 2017a). _____ 18
- Abb. 3.2** Kartenausschnitt mit dem Wanderwegnetz. Gelbe Linien sind Wanderwege, rote Linien sind Bergwanderwege und blaue Linien sind Alpinwanderwege. Während sich die Wanderwege vor allem im Tal und unterhalb der Waldgrenze befinden, führen die Bergwanderwege vom Tal in Höhenlagen bis rund 3000 m ü. M (swisstopo, 2020). _____ 19
- Abb. 3.3** Der Abschnitt des Europaweg (grün) Gasenried-Europahütte. Die rot-weisse Linie zeigt den aufgrund von Felssturz gesperrten Wegabschnitt, die orange Linie signalisiert die Umleitung via Gasenried–Herbriggen–Galenberg–Europahütte (swisstopo, ASTRA, Kanton Wallis, 2020). ____ 20
- Abb. 4.1** Matrix der Gefahrenstufen als Ergebnis von Intensität und Wahrscheinlichkeit rot: erhebliche Gefährdung, blau: mittlere Gefährdung, gelb: geringe Gefährdung, gelb-weiss schraffiert: Restgefährdung (BAFU, 2015). _____ 21
- Abb. 4.2** Der Kartenausschnitt aus der Gefahrenkarte für geologische Gefahren, zeigt die gefährdeten Gebiete und deren Zuteilung in die verschiedenen Gefahrenstufen (DWFL Kanton Wallis, 2021). _____ 22
- Abb. 4.3** Für die auf der östlichen Talseite liegenden Graben/Wildbäche: Bielzug, Fallzug, Geisstriftbach und Grosse Grabe gibt es dokumentierte Murgang Ereignisse, welche bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen (DWFL, 2020). Karte (verändert nach: swisstopo, 2020). _____ 24
- Abb. 4.4** Linienhafte und flächenhafte Wirkung der verschiedenen Naturgefahren (Bast et al., 2020). _____ 27
- Abb. 5.1** Die Karte zeigt die identifizierten Wegabschnitte auf, welche besonders von Sturzprozessen betroffen sind. In Zukunft wird erwartet, dass noch mehr Sturzereignisse die Wanderwege beeinträchtigen. Karte (verändert nach: swisstopo, ASTRA, Kanton Wallis, 2020)._31

Tabellenverzeichnis

- Tab. 2.1** Die Gemeindefläche von St. Niklaus aufgeteilt in vier Hauptkategorien gemäss der Arealstatistik 2004/09 (verändert nach: BFS, 2016). _____ 8
- Tab. 2.2** Die Messwerte der langjährigen Messreihe der Station Grächen für die Normperiode 1981-2010. Besonders auffallend ist die geringe Jahresniederschlagssumme von 653 mm und die relativ hohe Jahrestemperatur von 5.1°C (verändert nach: MeteoSchweiz, 2020). _____ 12
- Tab. 4.1** Für den Zeitraum Dez. 1993 bis März 2020 wurden total 39 geologische Gefahrenereignisse dokumentiert, welche in vier verschiedenen Prozessarten unterteilt werden (verändert nach: DWFL Kanton Wallis, 2020a). _____ 23
- Tab. 4.2** Im Zeitraum von Sept 2006 bis Okt 2020 wurden 24 Murgänge und 2 Hochwasser dokumentiert. Die Ereignisse lassen sich nach Lokalisation meistens zu Graben oder Wildbächen zuordnen. Für die Graben/Wildbäche: Bielzug, Fallzug, Geisstriftbach und Grosse Grabe wurden bereits vor 2006 Murgänge dokumentiert (verändert nach: DWFL Kanton Wallis, 2020b). _____ 23
- Tab. 4.3** Klassifikation der Sturzprozesse Stein- und Blockschlag, Fels- und Bergsturz (BAFU, 2016). _____ 25

Anhang

Anhang 1 Kontaktdaten für den Bezug der Ereigniskataster St. Niklaus_____XXXVIII

Anhang 2 Einladung regionaler Transfer- und Adaptationsworkshop St. Niklaus _____XXXIX

Anhang 2 Teilnehmerliste regionaler Transfer- und Adaptationsworkshop St. Niklaus _____XLI

Anhang 1 Kontaktdaten für den Bezug der Ereigniskataster St. Niklaus

Ereigniskataster St. Niklaus geologische Gefahren:


Philippe Gsponer
DWFL – Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft
Rue de la Dent-Blanche 18A
1950 Sion
Telefon: 027 606 34 89
Email: philippe.gsponer@admin.vs.ch

Ereigniskataster St. Niklaus Hochwasser/Murgang:

Christian Studer
DWFL – Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft
Kantonsstrasse 275
3902 Brig-Glis
Telefon: 027 606 97 92
Email: christian.studer@admin.vs.ch

Anhang 2 Einladung regionaler Transfer- und Adaptationsworkshop St. Niklaus



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ein Projekt im Rahmen des Pilotprogramms Anpassung an den Klimawandel, unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt BAFU.

Klimaanpassungsprojekt «Sicher Wandern 2040»

Projektträger

Schwyzer Wanderwege SZWW
Schweizer Wanderwege SWW

Einladung regionaler Transfer- & Adaptationsworkshop St. Niklaus

Wie per E-Mail angekündigt laden wir Sie gerne ein zum regionalen Transfer- & Adaptationsworkshop im Rahmen des Klimaanpassungsprojekts «Sicher Wandern 2040» für die **Pilotregion St. Niklaus**.

Datum: Mittwoch, 7. Oktober 2020
Ort: Gemeindebüro, Bahnhofstrasse 5, St. Niklaus
Zeit: 13 bis 17 Uhr

Wir bitten Sie, sich bis Donnerstag 1. Oktober bei peter.marty@zhaw.ch an- bzw. abzumelden.

Ausgangslage¹

Ziel des Projekts «Sicher Wandern 2040»² im Rahmen des Pilotprogramms des Bundes «Anpassung an den Klimawandel»³ ist, die Verantwortlichen des Wanderwegwesens in den Kantonen und Gemeinden für zu erwartende veränderte Herausforderungen bezüglich Naturgefahren und Nutzungsansprüchen zu sensibilisieren und vorausschauend Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Nachdem das WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung (SLF) 2019 in einer Literatursynthese⁴ die für das Wanderwegwesen, das heisst die Wandernden und das Wanderwegnetz betreffenden, relevanten Naturgefahren identifiziert und die möglichen Auswirkungen einer Klimaveränderung für den Voralpen- und Alpenraum abgeschätzt hat, finden nun in drei Pilotregionen Rigi (SZ), St. Niklaus (VS) und Graubünden sogenannte Transfer- und Adaptationsworkshops statt.

Regionale Transfer- und Adaptationsworkshops 2020

In den regionalen Transfer- und Adaptationsworkshops sollen die nationalen Aussagen auf eine konkrete regionale Ebene heruntergebrochen werden.

Für das Projekt von Interesse sind die regionale Wanderwegsituation (Weginfrastruktur, Organisation und Zuständigkeiten) sowie die Naturgefahren- und Nutzungssituation. Dies in der Gegenwart und vorausschauend für die Zukunft (Zeithorizont 2040).

¹ Weitergehende Informationen finden Sie im Infoblatt für Projektbeteiligte vom März 2020.

² www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak/projektphase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel-cluster-Sensibilisierung/f-11-sicher-wandern-2040.html

³ www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak.html

⁴ www.slf.ch/de/projekte/sicher-wandern-2040.html

Workshopinhalt

Deshalb möchten wir in den regionalen Workshops mit Ihnen als Expertinnen und Experten für das entsprechende Gebiet diskutieren:

- Was erhoffen Sie sich vom Projekt «Sicher Wandern 2040»?
- Mit welchen zukünftigen Herausforderungen rechnen Sie für das Wanderwegwesen durch den Klimawandel?
- Wie sieht die Wegsituation vor Ort aus (Kategorien, Besonderheiten)?
- Wie ist das Wanderwegwesen konkret organisiert (Beteiligte, Rollen, Aufgaben, Kompetenzen, Verantwortlichkeiten)?
- Welche Beeinträchtigungen der Wanderwegeninfrastruktur, beziehungsweise welche Nutzungsansprüche stehen in der Region im Vordergrund?
- Welche Veränderungen bezüglich Klimaereignissen, Naturgefahren und Nutzungen haben Sie in den letzten 10 bis 20 Jahren beobachtet?
- Wie schätzen Sie die Entwicklung für Ihre Region bezüglich Klimaereignissen, Naturgefahren und Nutzungen für die nächsten 10 bis 20 Jahre ein?

Und schliesslich als zentrales Element:

⇒ Welche Schlüsse sind daraus für die beteiligten Institutionen und Organisationen des Wanderwegwesens als Anpassungsmassnahmen zu ziehen?

Workshopergebnisse

Der Workshop soll die Teilnehmenden auf einen gemeinsamen Wissensstand bringen, Sie für zukünftige Herausforderungen sensibilisieren und eine Ausgangsbasis bieten, um vorausschauend Anpassungsmassnahmen in Organisation, Planung, Betrieb, Kommunikation und Finanzierung zu entwickeln.

Kontakte

Wir freuen uns auf einen angeregten Austausch. Bei Fragen stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

- Bernard Hinderling, Schweizer Wanderwege (Projektträger)
+41 31 370 10 32, bernard.hinderling@wandern.ch und
- Peter Marty, Projektkoordinator Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
+41 58 934 59 42, peter.marty@zhaw.ch

Wädenswil, 24. September 2020 / marp

Anhang 3 Teilnehmerliste regionaler Transfer- und Adaptationsworkshop St. Niklaus

Name	Vorname	Institution	Funktion	Kategorie	Telefon	E-Mail
Biffiger	Paul	Gemeinde St. Niklaus	Gemeindepräsident	Wanderwegwesen kommunal	+41 76 388 44 04	paul.biffiger@st-niklaus.ch
Truffer	Bernhard	Gemeinde St. Niklaus	Leiter Werkhof	Wanderwegwesen kommunal	+41 79 408 62 97	bernhard.truffer@st-niklaus.ch
Sarbach	Robert	St. Niklaus Gemeindeführungsstab	Stabchef		+41 27 956 53 00	robert.saarbach@axa-winterthur.ch
Pointer	Eric		Geologe; Bergführer	Naturgefahren	+41 27 473 48 48	rovina@rhone.ch
Brunner	Angelica	Valrando	Direktorin	Kant. Fachorganisation	+41 27 327 35 82	oberwallis@valrando.ch
Carlen	Norbert	Dienststelle für Wald, Flussbau & Landschaft (DWFL)	Zuständig Nikolaital	Kant. Fachstelle	+41 27 606 97 72	norbert.carlen@admin.vs.ch
Vetter	Chantal	Dienststelle für Raumentwicklung	Richtplan Oberwallis	Kant. Fachstelle	+41 27 606 32 81	chantal.vetter@admin.vs.ch
Hinderling	Bernard	Schweizer Wanderwege		Nationale Fachorganisation	+41 31 370 10 32	bernard.hinderling@wandern.ch
Marty	Peter	ZHAW, Regionalentwicklung	Leiter	Projektkoordination	+41 58 934 59 42	peter.marty@zhaw.ch
Hunziker	Rebecca	ZHAW, Regionalentwicklung	Wissenschaftl. Assistentin	Projektkoordination	+41 58 934 54 18	rebecca.hunziker@zhaw.ch
Nietlisbach	Mirco	ZHAW, Masterstudiengang Umwelt & natürliche Ressourcen	Student	Mitarbeit Forschungsgruppe		nietlmir@students.zhaw.ch
Diener	Maja	ZHAW, Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen	Studentin	Semesterarbeit		dienemaj@students.zhaw.ch

Poster

«Sicher Wandern 2040»
Abschätzung der Naturgefahrenentwicklung in der Pilotregion St. Niklaus VS

ZHAW, BSc UI, Semesterarbeit 2, Maja Diener

28. Januar 2021



Einleitung

Wandern gehört zu einer der beliebtesten Freizeitaktivitäten in der Schweiz. Damit die Wanderwege auch in Zukunft möglichst gefahrlos begangen werden können, sollen die Auswirkungen des Klimawandels bei Planung, Bau und Unterhalt der Wanderwege mitberücksichtigt werden. Dazu haben die Schweizer Wanderwege (SWW) und die Schweizer Wanderwege (SZWW) das Projekt «Sicher Wandern 2040: Strategien für das Wanderwegewesen im Klimawandel (F.11)» (SW2040) lanciert. Dieses Projekt ist Teil des Pilotprogramms des Bundes «Anpassung an den Klimawandel» (NCCS, 2020).

Die Schweiz weist eine vielfältige Topografie auf. Dies führt in Bezug auf das Klima zu regionalen Unterschieden und klimatischen Spezialitäten (MeteoSchweiz, 2018). Aus diesem Grund zeigt sich der Klimawandel in den verschiedenen Regionen der Schweiz ebenfalls unterschiedlich (NCCS, 2019). Dies bedeutet auch, dass jedes regionale Wanderwegewesen mit unterschiedlichen aktuellen Bedingungen und Zukunftsszenarien konfrontiert ist in Bezug auf die Naturgefahren. Anhand der Pilotregion St. Niklaus VS soll nun aufgezeigt werden, welche Naturgefahren in Bezug auf das Wanderwegewesen in dieser Region relevant sind und wie sich die Naturgefahren in Zukunft aufgrund der Klimaveränderungen entwickeln. Diese Erkenntnisse geben die Möglichkeit abzuschätzen, was die zukünftigen Herausforderungen für das regionale Wanderwegewesen sind.

Die Gemeinde St. Niklaus befindet sich im Mattertal, Kanton Valais auf ungefähr halber Strecke zwischen Visp und Zermatt. Das Gemeindegebiet erstreckt sich über 89 km². Der tiefste Punkt liegt auf 500 m ü. M. bei Kipfen, der höchste Punkt ist der Gipfel des Nadelhorns auf 4327 m ü. M. Es handelt sich um eine Talkesselgemeinde, welche von steil abfallenden Bergflanken gesäumt ist (St. Niklaus, kein Datum).

Wanderwegnetz

In St. Niklaus gibt es Wanderwege (gelb), Bergwanderwege (rot) und Alpinwanderwege (blau). Insgesamt erstreckt sich das Wanderwegnetz über 130 km. Zudem gibt es zwei SAC Hütten. Die Topalithütte befindet sich auf der westlichen Talseite und die Bordinerhütte auf der östlichen Talseite neben dem Riedgletscher.

Mögliche Naturgefahrenentwicklung in Zukunft

Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz

Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz werden in St. Niklaus als Naturgefahren mit dem höchsten Schadenpotential in Bezug auf das Wanderwegewesen identifiziert und deshalb am meisten gewichtet. Diese Einstufung basiert auf der Tatsache, dass bereits heute über das gesamte Gemeindegebiet verteilt Ereignisse dokumentiert sind. Die steile Topologie begünstigt zudem Sturzprozesse. Beim Betrachten der Gefahrenkarte fällt auf, dass nahezu fast der gesamte Talkessel als gefährdetes Gebiet bezüglich Sturzprozesse eingestuft ist oder die Gefahrenhinweiskarte auf eine mögliche Gefahr hindeutet. Der andauernde Temperaturanstieg wirkt sich auf einen fortschreitenden Gletscherückzug aus. Zudem werden Hänge aufgrund des auftauenden Permafrosts destabilisiert und Lockergestein ist vermehrt verfügbar. Da das Vorkommen von Permafrost auf der östlichen und westlichen Talseite ab einer Höhe von 2400-2500 m ü. M. als möglicherweise vorhanden kartiert wird, verteilt sich die Problematik über das gesamte Gemeindegebiet ab diesen Höhenlagen. Da auch künftig Starkregenereignisse möglicherweise zunehmen, steigt auch so die Gefahr für mehr Sturzprozesse an.

Murgänge und Wildbachprozesse

Murgänge und Wildbachprozesse werden als sehr relevante Naturgefahr in St. Niklaus eingeschätzt. Anders als bei den Sturzprozessen können Murgänge und Wildbachprozesse in der räumlichen Ausdehnung abgegrenzt werden. Die Ereignisse konzentrieren sich auf die Geländegräben und Bäche auf der Ost- und Westseite des Tals. Die Gefährdung betrifft somit die Wanderwege, welche durch einen Graben führen oder einen Wildbach überqueren. Die erhöhte Materialverfügbarkeit in Kombination mit häufigeren Extremereignissen verstärkt künftig die Gefahr von Murgängen und Wildbachprozessen.

Relevante Naturgefahren

Betrachtet man die Naturgefahrensituation aus der Sicht der Wandernenden und dem Wanderwegewesen, können bestimmte Naturgefahren priorisiert werden. Aufgrund der Spontanität und der Intensität des Prozesses werden die folgenden gravitativen Naturgefahren als besonders relevant in Bezug auf die Gefahrenprävention sowie auch die Wegerehaltung eingestuft.

- Sturzprozesse: Steinschlag, Blockschlag, Felssturz, Bergsturz
- Murgänge in Gräben und Wildbachprozesse
- Hangmuren und Rutschungen
- Frühlings- und Sommerlawinen

Gravitative Naturgefahren haben eine ausgeprägte Standortgebundenheit. Dies bedeutet, dass solche Gefahren nicht überall auftreten, sondern stark raumgebunden sind. Das Wirkungsgebiet wird meist durch die Topografie beschränkt. Weitere Einflussfaktoren sind die Höhenlage, Geologie, Exposition und Bodenbeschaffenheit (Bast et al., 2020).

Klima und Klimaszenarien

In den tieferen Lagen von St. Niklaus herrscht ein kontinentales Klima. Dieses zeichnet sich durch sehr geringe Niederschlagsmengen, hohe tägliche und jahreszeitliche Temperaturgenütsätze und intensive Sonneneinstrahlung aus. Ab einer Höhenlage von rund 2000 m ü. M. findet sich ein Gebirgsklima vor. Dieses zeichnet sich durch eine tiefe Mitteltemperatur, hohe Niederschlagsmengen mit einem hohen Anteil an Schnee und jederzeit mögliche Fröste aus (Baltisberger & Nyffeler, 2018).

Die zukünftigen Prognosen der «Schweizer Klimaszenarien CH2018» für St. Niklaus lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Temperaturanstieg vor allem im Sommer
- Abnahme der Neuschneetage
- Steigung der Schneefallgrenze → Niederschlag fällt auch im Winter als Regen anstatt Schnee
- Leichte Veränderung in den Niederschlagsmengen
- Geringe Abnahme im Sommer, geringere Zunahme im Winter (NCCS, 2018)

Hangmuren und Rutschungen

Rutschungen und Hangmuren werden in St. Niklaus Naturgefahr mit wenig Gewicht eingeschätzt. Hangmuren und Rutschungen sind eng mit dem fallenden Niederschlag verbunden. In St. Niklaus fallen ganzjährig nur geringe Niederschlagsmengen und die Bedingungen, welche besonders am Talgrund und bis in eine Höhe von 2000 m ü. M. herrschen, sind trocken. Somit ist die Gefahr gering, dass Böden übersättigt werden und abrutschen. Betrachtet man die Gefahrenkarte und die Gefahrenhinweiskarte sind keine Gebiete von potenziellen Gefahren durch Hangmuren und spontanen Rutschungen bedroht. Trotzdem gilt es Hangmuren und Rutschungen für die Region nicht zu komplett zu vernachlässigen. Der Ereigniskataster zeigt, dass in den letzten 30 Jahren drei dokumentierte Ereignisse von spontanen Rutschungen auftraten. Durch künftig häufiger erwartete Extremereignisse könnte auch die Problematik von Hangmuren und Rutschungen zunehmen.

Frühlings- und Sommerlawinen

St. Niklaus ist von vielen verschiedenen Höhenstufen geprägt. Für die Höhenlage von 800-1500 m sehen die Klimaszenarien eine Abnahme der Neuschneetage und eine markante Zunahme der Hitzetage vor. Auf den Wanderwegen in diesen Höhenlagen ist somit die Gefahr durch Frühlings- und Sommerlawinen auszuschliessen. Wie die Entwicklung in den restlichen Höhenlagen aussieht, ist schwierig zu sagen. Häufigere Extremereignisse erschweren eine Prognose über die künftige Schneereignisse im Sommer im Hochgebirge. Zudem fehlt auch die Kenntnis über vergangene Ereignisse in St. Niklaus bei denen Wanderer durch Lawinen im Sommer betroffen waren. Im Rahmen dieser Arbeit nicht abschliessend ermittelt werden, wie sich die Gefahr für das Wanderwegewesen durch Frühjahrs- und Sommerlawinen entwickeln wird.

Herausforderungen für das regionale Wanderwegewesen

Mit der Zunahme der Naturgefahrenereignisse werden künftig mehr Schäden am Wanderwegnetz erwartet. Die Zeit und der Aufwand für den Wegunterhalt vergrössern sich. Eine Möglichkeit, um auch künftig den finanziellen und personellen Aufwand stemmen zu können wird in der Ausdünnung des Wanderwegnetzes gesehen. Es könnte sinnvoll sein, dort wo zwei verschiedene Wege vom selben Ausgangspunkt an den gleichen Zielpunkt führen nur noch ein Weg zu unterhalten. Somit könnten Gelder und Arbeitsaufwand gezielter eingesetzt werden und die Qualität im Netz steigt insgesamt an.

Als besonders von Sturzprozessen betroffene Wege, werden die in der Karte markierten Streckenabschnitte gesehen (Abb. 1). Zudem sind Wege, welche über Geländegräben oder Wildbäche führen besonders den Naturgefahren Murgänge und Wildbachprozessen ausgesetzt. Aufgrund der erwarteten Zunahme dieser Ereignisse könnte es vermehrt zu Schäden an Brücken und Bachüberquerungen kommen. Zudem führt dies zu einem punktuellen Streckenunterbruch für den betroffenen Weg. Bleibt die Strecke für längere Zeit unterbrochen führt dies zu einem nicht mehr verbundenen Wegnetz.

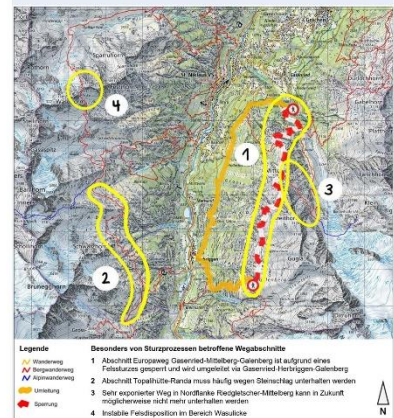


Abb. 1 Die Karte zeigt die identifizierten Wegabschnitte auf, welche besonders von Sturzprozessen betroffen sind. In Zukunft wird erwartet, dass noch mehr Sturzereignisse die Wanderwege beeinträchtigen (Karte (verändert nach: swisstopo, ASTRA, Kanton Valais, 2020).

Schlussfolgerung

Diese Semesterarbeit trägt dazu bei, dass gestützt auf dem Aufbau dieser Arbeit, eine Abschätzung der Naturgefahrenentwicklung in ähnlichem Sinne auch für eine andere Wanderregion durchgeführt werden kann. Dies schafft Grundlagen, welche mit in die künftige Entwicklung des Wanderwegnetzes einer Gemeinde oder Region einfließen können. Eine frühzeitige Planung des Streckenretzes wird in Anbetracht der Auswirkungen des Klimawandels immer wichtiger. So kann beispielsweise für jeden Weg im Streckennetz, anhand des bereits bestehenden Unterhalts und des grob zu erwartendem Unterhalt, die möglichen künftigen Probleme identifiziert werden. Die schafft die Möglichkeit, frühzeitig über Massnahmen zu sprechen und die Wegabschnitte mit dem höchsten Handlungsbedarf zu priorisieren. So können die vorhandenen finanziellen und personellen Mittel gezielter eingesetzt werden.



Bilder © Maja Diener, 2020

Quellen

- Baltisberger, M. & Nyffeler, R. (2018). Biogeographische Regionen (S. 2) http://www.balti.ethz.ch/pdf/Biogeographische_Regionen.pdf
- Bast, A., Ortner, G., & Bründl, M. (2020). Sicher Wandern 2040. Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf das Wanderwegewesen – Eine Literatursynthese (S. 48). WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF. <https://www.sofra.lbr.ch/online/algandora/bastetstra%3A23152/>
- Gemeinde St. Niklaus (kein Datum). St. Niklaus – Poster. <https://www.stniklaus.ch/files/index.php/portrait/ueberblick41-ueberblick>
- MeteoSchweiz. (2018, Januar 11). Klima der Schweiz. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klima-der-schweiz.html>
- NCCS. (2018, November 7). Klimaszenarien CH2018 Alpen. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/regionen/proszenarien/alpen/klimaszenarien-ch2018-alpen.html>
- NCCS. (2018, August 29). Grossregionen. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/regionen/grossregionen.html>
- NCCS. (2020, September 1). F.11 Sicher Wandern 2040. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/uaak/projektphase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel-cluster-sensibilisierung-f11-sicher-wandern-2040.html>
- swisstopo. (2020). geo.admin.ch – Das Geoportal des Bundes. <https://map.geo.admin.ch>