



Bundesamt für Umwelt BAFU  
Abteilung Gefahrenprävention  
3003 Bern

## **Erfolgreiche Klimaanpassung in alpinen Lebensräumen als Verbundaufgabe**

**Zusammenfassung und Interpretation Simulationsresultate**

## Impressum

### Projektbearbeitung

<i>geo7</i> AG, geowissenschaftliches Büro	Neufeldstrasse 5 – 9, 3012 Bern Tel. +41 (0)31 300 44 33
	Peter Mani, dipl. Geograf, lic. phil. nat
Sofies-Emac AG	Wildbachstrasse 46 – 8008 Zürich Tel. +41 44 380 31 42
	Martin Fritsch, Dr. dipl. Kultur-Ing. ETHZ

## Änderungskontrolle

Version	Datum	Name / Stelle	Bemerkungen
0.1	30.10.2021	Peter Mani	Erstellt
0.2	01.11.2021	Martin Fritsch	Ergänzt
1.0	01.11.2021	Peter Mani	Definitiv

### Anmerkungen zum Dokument

Erstellt mit	Microsoft Office Word, Version 2019
Dateiname	3907 BE06 map_MFR Zusammenfassung Interpretation.docx
Dateigrösse	124 KBytes

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ausgangslage</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Systemanalyse</b> .....	<b>2</b>
2.1 Systembild .....	2
2.2 Klima .....	2
2.3 Alpwirtschaft .....	3
2.4 Forstwirtschaft.....	3
2.5 Hangstabilität .....	4
2.6 Weitere Teilsysteme .....	5
<b>3 Handlungsfelder für die Klimaanpassung</b> .....	<b>6</b>

## Referenzierte Dokumente

- [1] Lauber, S., Schüpbach, B., Koch, B. (2013): Artenvielfalt im Sömmerungsgebiet. Hotspot 27/2013.
- [2] von Felten, S., Fischer, M., Lauber, S., (2012): Alpwirtschaft in der Schweiz: Befragungen zu Situation und Wahl der Sömmerungsbetriebe. Agrarforschung Schweiz 3 (4): 186–193.
- [3] Fischer, M., von Felten, S., Lauber, S., (2012): Heimfutterfläche – Schlüsselparameter der Sömmerungsnachfrage. Agrarforschung Schweiz 3 (4): 194–20.
- [4] Fuhrer, J., Calanca, P., (2012): Klimawandel beeinflusst das Tierwohl bei Milchkühen. Agrarforschung Schweiz 3 (3): 132–139.
- [5] Zischg A., Flury C., Costa R., Huber B., Berger S. 2011: Auswirkungen der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf die Naturgefahren. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern.

# 1 Ausgangslage

Der Klimawandel beeinflusst primär über das Niederschlagsgeschehen (Starkregen, Regen auf Schnee) die Hangstabilität, insbesondere die flachgründigen Rutschungen sowie die klimatischen Bedingungen in den verschiedenen Höhenlagen. Er beeinflusst damit die Bewirtschaftung der Alpen (z.B. Veränderung der Vegetationsdauer und -zonen und des Futterangebots, Trockenheit) und der Wälder (u.a. Veränderung der Zusammensetzung der Baumarten, Trockenheit, Waldbrand, Schädlinge). Die Bewirtschaftung bzw. deren Aufgabe kann ihrerseits die Hangstabilität beeinflussen. Zusätzlich haben Bewirtschaftung und Hangstabilität einen Einfluss auf die Biodiversität, das Landschaftsbild sowie die Sicherheit gegen Naturgefahren. Damit entstehen direkte Effekte auf den Erhalt und die Sicherung von Strassen, Gebäuden und Infrastrukturanlagen z.B. im Bereich Energie- und Wasserversorgung sowie indirekte zeitliche oder örtliche Effekte für den Tourismus, indem Angebote sich vermehrt vom Winter in den Sommer verschieben oder Gebiete nicht mehr gefahrlos zugänglich sind. Die Hangstabilität beeinflusst zusätzlich den Geschiebehaushalt und die Hydrologie von Wildbächen und Flüssen.

Diese komplexen Zusammenhänge stellen hohe Anforderungen an die lokalen Akteure, wenn sie Massnahmen für die Klimaanpassung planen und umsetzen wollen. Das Projekt soll dazu die notwendigen Grundlagen liefern und dazu beitragen, dass die betroffenen Akteure die damit verbundenen Herausforderungen nicht nur als Risikobewältigung, sondern auch als Chancen für die zukünftige Entwicklung und Bewirtschaftung ihres Lebens- und Arbeitsraums nutzen können. Aus einer systemischen Betrachtung heraus soll dabei die Frage angegangen werden, ob und wie sich dabei für eine Talschaft neue Aufgaben ergeben, die es im Verbund zu lösen gilt.

Die Gemeinde Diemtigen umfasst den grössten Teil des Diemtigtals und ist die grösste Alpwirtschaftsgemeinde der Schweiz. 50 % der Fläche werden landwirtschaftlich, vorwiegend alpwirtschaftlich genutzt, 30 % sind von Wald bestockt. Das Gebiet ist geologisch geprägt von Kalken, die wegen des Karsts zu Trockenheit neigen, andererseits von Flysch, der rutschungsanfällig ist. Das Hochwasserereignis vom August 2005 hat gezeigt, dass Hang- und Gerinneprozesse zu grossen Schäden führen können. In der Folge wurden Grundlagen zur Gefahrensituation erarbeitet, die für das Projekt genutzt werden können. Wegen des Klimawandels sind die Aussichten für die tiefgelegenen Wintersportgebiete im Diemtigtal ungünstig. Umso wichtiger ist die Entwicklung des Sommertourismus, wie sie vom Naturpark angestrebt wird. Dazu ist eine funktionierende Alp- und Waldwirtschaft von zentraler Bedeutung.

Das Projekt ist in drei Phasen unterteilt. In einer Vorbereitungsphase wurde das vorhandene Wissen aufbereitet und aggregiert. Darauf basierend wurden dynamische Systemmodelle entwickelt, mit denen die Auswirkungen des Klimawandels auf das Pilotgebiet simuliert werden können. Im nächsten Schritt wurde zusammen mit den lokalen Akteuren die Chancen und Risiken evaluiert und daraus Ziele und Handlungsoptionen abgeleitet. Darauf basierend wurde ein Massnahmenkatalog erarbeitet, die beteiligten Akteure definiert und so die Verbundaufgaben für die Anpassung für den Klimawandel hergeleitet.

Corona bedingt konnte die geplante Kommunikationsphase nicht umgesetzt werden. Dies soll jedoch zusammen mit den lokalen Akteuren, insbesondere mit dem Naturpark nach Projektabschluss nachgeholt werden.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse aus der dynamischen Systemmodellierung zusammengefasst und daraus Handlungsfelder für die Klimaanpassung abgeleitet.

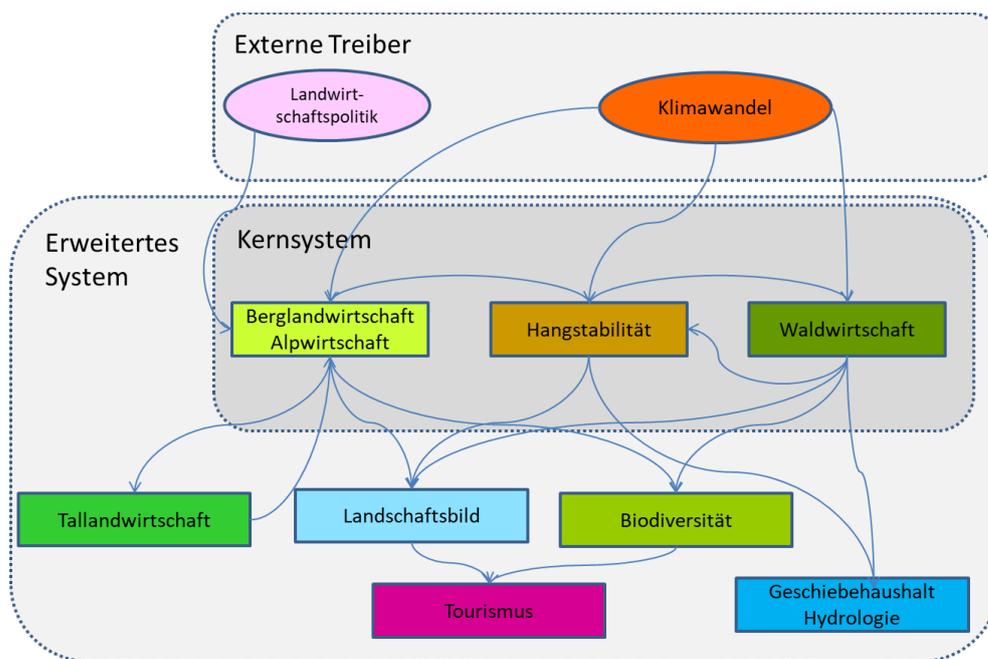
## 2 Systemanalyse

### 2.1 Systembild

Für die Systemanalyse müssen in einem ersten Schritt die Elemente des Systems und die Verbindungen bzw. Interaktionen zwischen den Elementen definiert werden. In Abbildung 1 ist eine vereinfachte Übersicht des Systembildes dargestellt.

Darauf basierend wurden mehrere dynamische Systemmodelle entwickelt. Dabei handelt es sich um Computermodelle, die mit der Software Powersim® erstellt wurden und mit denen die Entwicklung eines Systems über die Zeit abgebildet werden kann. Für das Projekt wurden folgende Teilmodelle erstellt:

- Klima: Auswertung der Klimaszenarien und Herleitung von zusätzlichen Klimaparametern
- Klima-Hangstabilität: Simulation der Entwicklung der Disposition für Hangmuren
- Klima-Alpwirtschaft: Simulation des Futterdargebotes und der Tragfähigkeit des Gebietes
- Klima-Forstwirtschaft: Simulation Wachstum und Mortalität der Waldbestände, Disposition Waldbrand und Sturmereignisse



### 2.2 Klima

Für die Charakterisierung der durch den Klimawandel zu erwartenden Veränderungen standen zwei Members (Modellketten aus globalen und regionalen Klimamodellen) zur Verfügung, eines für ein mittleres Emissionsszenario (RCP 4.5) und eines für ein Emissionsszenario, das von einem weiteren Anstieg des CO<sub>2</sub>-Ausstosses analog zu heute ausgeht (RCP 8.5). Letzteres ist der Pfad, auf dem wir uns immer noch befinden. Deshalb beziehen sich die meisten Aussagen auf dieses Emissionsszenario.

Die Auswertung der Szenarien zeigt, dass die Temperaturen bis Ende des Jahrhunderts im Emissionsszenario RCP 8.5 je nach Saison zwischen 3.6 und 5.4 °C gegenüber heute ansteigen können. Im Emissionsszenario RCP 4.5 beschränkt sich der Anstieg bis Ende des Jahrhunderts saisonabhängig auf 1.4 bis 2.3 °C.

Beim saisonalen Niederschlag sind die Veränderungen uneinheitlich. Im Emissionsszenario RCP 8.5 steigen die Niederschläge im Winter bis Ende des Jahrhunderts um 10 % oder ca. 100 mm an, im Sommer gehen sie im gleichen Umfang zurück. Bei den Starkniederschlägen verdoppelt sich im Emissionsszenario RCP 8.5 die Anzahl Tage mit einem Tagesniederschlag von mehr als 50 mm bis Ende des Jahrhunderts. Die Tage mit einem Schneewasseräquivalent der Schneedecke von mehr als 20 mm geht im Emissionsszenario RCP 4.5 auf 1000 m ü.M. um ca. 20 % auf ca. 70 Tage zurück, auf 2000 m ü.M. um ca. 15 % auf 145 Tage. Im Emissionsszenario RCP 8.5 ist der Rückgang wesentlich stärker, auf 1000 m ü.M. um 50 % auf 30 Tage, auf 2000 m ü.M. um knapp 50 % auf 100 Tage

Die Trockenheit wird in Zukunft somit deutlich zunehmen, v.a. im Emissionsszenario RCP 8.5. Die Anzahl Tage, an denen die 30-Tages- und die 60-Tages-Niederschlagssumme, unter der Summe, die heute in 5 % der Jahre auftritt, liegt, wird sich im Emissionsszenario RCP 8.5 im Sommer bis Ende des Jahrhunderts verdoppeln und v.a. im Herbst um 50 % zunehmen. Dabei nimmt die Variabilität von Jahr zu Jahr zu. Der *Standard Precipitation Index* (SPI), ein weiterer Trockenheitsindikator zeigt das gleiche Bild. Die Auswertung des Verhältnisses zwischen aktueller und potenzieller Evapotranspiration, bei der auch der Bodenwasserhaushalt berücksichtigt wird, zeigt bezogen auf den Wald vor allem für das Emissionsszenario RCP 8.5 eine massive Zunahme der Trockenperioden.

## 2.3 Alpwirtschaft

Im moderaten Emissionsszenario RCP 4.5 entwickeln sich die Bedingungen für die Alpwirtschaft günstig. Die Vegetationsperiode wird länger, die Temperatursumme in der Vegetationsperiode höher und die Trockenheit nimmt nur geringfügig zu. In der Folge steigt das Futterdargebot und die potenzielle Anzahl Normalstösse nimmt bis zum Ende des Jahrhunderts um gut 35 Prozent zu. Auch für das Emissionsszenario RCP 8.5 resultieren für die Alpwirtschaft günstige Voraussetzungen. Die Zunahme des Futterdargebotes und damit die potenzielle Anzahl Normalstösse nimmt sogar noch mehr zu. Diese Zunahme bedeutet jedoch nicht, dass die entsprechende Anzahl Kühe mehr auf den Alpen gesömmert werden kann. Ein Teil der Zunahme ist der Verlängerung der Vegetationsperiode geschuldet und nur ein Teil dem stärkeren Pflanzenwachstum, was mehr Tiere zulassen würde. Hinzu kommt, dass ein Teil der Zunahme der Futterdargebotes in höheren, steileren Lagen resultiert, die teilweise für Rinder, teilweise aber nur noch für Schafe und Ziegen geeignet sind und ausserdem schlecht erschlossen sind. In der Summe kann jedoch festgehalten werden, dass mehr Tiere länger gesömmert werden können.

Dieses Bild ist jedoch wahrscheinlich zu optimistisch, da verschiedene Effekte in den Berechnungen nicht berücksichtigt sind. So können mehrere aufeinander folgende Trockenjahre den Effekt der Trockenheit verstärken, was in den Berechnungen nicht berücksichtigt ist. Weiter können Spätfröste das Pflanzenwachstum während Wochen verlangsamen. Bei einem früheren Beginn der Vegetationsperiode könnte dieser Effekt an Bedeutung gewinnen. Hinzu kommt, dass neben genügend Futter auch genügend Wasser für das Tränken der Tiere vorhanden sein muss. Dies ist schon heute nicht für alle Alpen der Fall. Mit der zunehmenden Variabilität bei den Niederschlagssummen über 30 oder 60 Tagen wird sich dieses Problem verschärfen.

Im Endeffekt können die zukünftigen Potenziale nur dann genutzt werden, wenn es den Sömmerebetrieben gleichzeitig gelingt, mittels anpassungsfähigen Betriebs- und Weidekonzepte sich flexibler und resilienter aufzustellen um die mit dem Klimawandel einhergehenden Systemausschläge wie Starkniederschläge oder Dürreperioden abfedern und verkraften zu können

## 2.4 Forstwirtschaft

Die zu erwartende Klimaentwicklung führt im Diemtigtal zu einer Abnahme des Baumwachstums und zu einer Zunahme der Mortalität. Die Veränderungen sind jedoch relativ gering. Im Emissionsszenario RCP 8.5 nimmt der jährliche Zuwachs sowohl bei der Fichte wie auch bei der Buche um ca. 0.3 % ab. Die Mortalität bewegt sich für das gleiche Szenario unterhalb des Promillebereichs. Unsicherheit besteht bei der Mortalität der Buche. Neuste Erfahrungen in den letzten

Jahren zeigen, dass diese höher liegen könnte, als in den Studien, die dieser Arbeit zugrundeliegen, angenommen wurde.

Diese Effekte werden durch die geringe Nutzung, die deutlich unter einer nachhaltigen Nutzung liegt, stark überkompensiert. Wenn die Nutzung in Zukunft nicht erhöht wird, wird der Holzvorrat weiter zunehmen und der Baumbestand überaltern.

Die potenzielle Waldgrenze steigt im Emissionsszenario RCP 8.5 bis Ende des Jahrhunderts stark an, von ca. 1750 m ü.M. in der Referenzperiode, was eher zu niedrig liegt, auf gut 2500 m ü.M. Ein solch starker Anstieg ist in Realität, wenn überhaupt, nur über eine sehr lange Zeit möglich. Für den relevanten Zeitraum in diesem Projekt ist ein solcher Anstieg nicht zu erwarten, da einerseits die Nutzung durch die Alpwirtschaft, andererseits die Wirkung der Schneedecke die Ausbreitung des Waldes verlangsamen. Es ist jedoch bereits heute zu beobachten, dass der Verbuschungseffekt zunimmt. Das hat v.a. mit der eingeschränkten Nutzung oder vollständigen Aufgabe von schlechter erschlossenen Weideflächen zu tun. Die Forstwirtschaft stellt fest, dass die Dynamik der Verbuschung zunimmt und nicht bewirtschaftete Flächen in höheren Lagen rascher verbuschen. Einmal verbuschte Flächen sind zum einen erst nach Jahrzehnten fortwirtschaftlich nutzbar, was wiederum zu Mehraufwand führt, der mit den knappen finanziellen und personellen Ressourcen sich nicht abdecken lässt. Zum anderen lassen sich verbuschte Flächen nur mit hohem Arbeitsaufwand wieder beweidbar machen. An diesen Effekten zeigt sich, dass eine langfristige Nutzung des an sich wachsenden alpwirtschaftlichen Produktionspotenzials eine bewusste Wachstumsstrategie mit entsprechenden Nutzungs- und Infrastrukturkonzepten verlangt.

Die Disposition für Waldbrände wird vor allem im Emissionsszenario RCP 8.5 deutlich zunehmen. Die Auswirkungen auf den Holzvorrat konnte jedoch nicht simuliert werden, da Werte für die Modellkalibrierung fehlen. Wie sich die Stürme in Zukunft verändern, kann heute nicht gesagt werden. Die Zahlen der letzten 20 Jahren zu den Schadenvolumen zeigen, dass ca. alle 1.4 Jahre ein Sturmschaden registriert wurde, wobei das Schadenvolumen mit Ausnahme des Sturms Lothar im Jahr 1999 jeweils unter einem Prozent des Holzvorrates lag. Beim Sturm Lothar betrug das Schadenvolumen knapp 19 %.

## 2.5 Hangstabilität

Die Simulationen zeigen, dass in Zukunft vermehrt Tage mit einer Disposition für die Auslösung von Hangmuren auftreten werden. Dies trifft vor allem für das Emissionsszenario RCP 8.5 zu, wo auch die Anzahl Hangmuren an den Tagen mit erhöhter Disposition ansteigen dürfte. Grund dafür sind sowohl intensivere Niederschläge als auch feuchtere Vorregenbedingungen. Die Niederschlagsintensitäten, die für die bisherigen Ereignisse im Diemtigtal für die Hangmurenauslösung ermittelt wurden, liegen deutlich unter den Werten, die in den letzten Jahren an anderen Orten in der Schweiz vermehrt registriert wurden. Dies weist darauf hin, dass in Zukunft noch grössere Hangmurenereignisse mit einer stärkeren Flächenwirkung auftreten können.

Andererseits ist zu erwarten, dass Regen auf Schnee Ereignisse wegen dem Rückgang der Schneefälle in den Höhenlagen unter 2000 m ü.M., die durch die beiden Standorte repräsentiert werden, bis Ende des Jahrhunderts zurück gehen werden. Aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen sind Hangmurenprozesse vor allem auf der orographisch rechten Talseite, heisst im rutschungsanfälligen Flyschgebiet zu erwarten. Die Hangneigung, in der im Diemtigtal Hangmuren angerissen sind, entspricht dem Neigungsbereich, der hauptsächlich als Rinderweide genutzt wird. Damit reagieren vor allem diese Gebiete sensitiv auf eine allfällige Übernutzung.

Die Analyse der Ereignisse, die im Ereigniskataster aufgeführt sind, zeigt jedoch, dass die flächenhaften Auswirkungen der Hangmuren klein sind. Die gesamte betroffene Fläche macht ca. 0.7 % des Sömmerungsgebietes aus. Für eine einzelne Alp können sie jedoch durchaus ein Problem darstellen. Ausserdem können Hangmuren auch Infrastrukturen wie Strassen oder Wasserleitungen beschädigen.

Diese Analyse basiert auf Ergebnissen von früheren Ereignisanalysen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bezüglich der Prozesse und Parameter, die zur Auslösung von Hangmuren führen, nach

wie vor grosse Unsicherheiten bestehen. Trotzdem lässt sich mit dem hier entwickelten Verfahren die Auswirkung der Klimaänderung, insbesondere beim Niederschlag auf die Gefährdung durch Hangmuren abschätzen.

Im Weiteren besteht bei der Hangstabilität ein enger Bezug zur Bodenbildung, insbesondere zur Zusammensetzung der Pflanzendecke, dem Humusgehalt und der damit verbundenen Durchwurzelungstiefe. Soll das grössere Futterangebot als Produktionspotenzial genutzt werden, sind Überweidungs- und Überdüngungseffekte zu berücksichtigen bzw. zu vermeiden. Nachhaltige Beweidungskonzepte müssten somit die Biodiversität der Pflanzendecke, den Humusgehalt und die Durchwurzelungstiefe langfristig qualitativ sichern und verbessern, um die negative Systemeffekte, die sich aus einer erhöhten Disposition für die Auslösung von Hangmuren ergibt, zu kompensieren bzw. aufzufangen (siehe auch Kap. 3).

## 2.6 Weitere Teilsysteme

Die Auswirkungen auf die Elemente des erweiterten Systems wurden nicht simuliert. Aus der Literatur und aus Gesprächen mit lokalen Akteuren lassen sich einige Folgerungen ableiten.

**Biodiversität:** Die Alpen sind ein wichtiges Rückzugsgebiet für Pflanzen, die durch den Klimawandel in tiefergelegenen Gebieten verdrängt werden. Dabei ergibt sich eine wichtige Wechselwirkung zwischen Biodiversität und Alpbewirtschaftung. Je weniger beweidet wird, umso stärker können sich z.B. Zwergsträucher ausbreiten, wobei Zwergsträucher nicht grundsätzlich negativ sind. Ein Flächenanteil von 30 bis 70 % von Zwergsträuchern führt zu einer höheren Artenvielfalt als niedrigere oder höhere Flächenanteile [1]. Um dies zu erreichen, ist ein entsprechendes Weidemanagement notwendig. Wird die Bestossung der Alpen reduziert oder sogar ganz aufgegeben, dehnt sich der Wald aus, was langfristig zu einer Abnahme der Artenvielfalt führt. Ein "stabilisierendes Optimum" zwischen Biodiversitätsförderung, -pflege und -sicherung gegenüber einer dafür optimalen Bestossung und Beweidung im Sinne von geeigneten Flächen und nachhaltiger Intensität ist bereits heute ein sehr wichtiges Thema und wird sich in Zukunft noch weiter akzentuieren. Hier ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und alpwirtschaftlicher Praxis eine unabdingbare Voraussetzung, damit geeignete und nachhaltige Bewirtschaftungs-, Pflege- und Schutzkonzepte erarbeitet und in der Praxis Eingang finden.

**Landschaftsbild:** Das Landschaftsbild im Diemtigtal wird geprägt durch ein vielfältiges Mosaik von alpwirtschaftlicher Nutzung, Waldflächen sowie Felswänden und Schuttflächen. Durch Klimawandel können sich natürliche sowie nutzungsbedingte Veränderungen ergeben. Insbesondere das Einwachsen der Weideflächen durch den Wald kann das Landschaftsbild längerfristig verändern und die Vielfalt reduzieren, was sich wiederum auf die Attraktivität für den Tourismus auswirkt. Zum Landschaftsbild gehören auch die traditionellen alpwirtschaftlichen Bauten. Werden diese durch moderne Bauten ersetzt, kann dies zu einer negativen Wahrnehmung führen. Da Bilder sehr prägend sind, müssten mögliche Veränderungen thematisiert werden, damit die verschiedenen Akteure aus den Bereichen Landschaftsschutz, Tourismus, Land- und Forstwirtschaft, Gemeinde und Öffentlichkeit sowie Naturgefahren ein gemeinsames Verständnis aufbauen, wie mit diesen Veränderungen zustande kommen und wie mit diesen umzugehen ist.

**Tourismus:** Der Wintertourismus spielt im Diemtigtal nach wie vor eine wichtige Rolle. Bedingt durch den Klimawandel werden sich die Rahmenbedingungen hierfür jedoch verschlechtern. Durch den Anstieg der Schneefallgrenze wird die heute schon eingeschränkte Schneesicherheit noch prekärer. Dadurch gewinnt der Sommertourismus im Diemtigtal an Bedeutung. Ein Wechsel der bereits heute im Gange ist. Für den Sommertourismus ist ein intaktes Landschaftsbild ein wichtiger Faktor. Dabei spielt die Alpwirtschaft eine wichtige Rolle. Neben dem Landschaftsbild kann die Alpwirtschaft auch mit der Direktvermarktung ihrer Produkte und mit gastronomischen Angeboten die Attraktivität erhöhen. Auch die Forstwirtschaft und das Gemeinwesen können wesentliche Beiträge zu einem attraktiven Angebot im Sommertourismus leisten.

**Geschiebehalt, Hydrologie:** Neben der direkten Auswirkung des Klimawandels auf den Geschiebehalt und die Hydrologie können auch die alpwirtschaftliche Nutzung und Veränderungen im Wald den Geschiebehalt und die Hydrologie beeinflussen. Im PLANAT Projekt B11 [5] wurden diese Wechselwirkungen detailliert untersucht. Die Studie zeigt u.a., dass durch

eine nicht angepasste Beweidung der Oberflächenabfluss und die Erosion erhöht und die Hangstabilität reduziert werden kann (siehe auch vorhergehend Kap. 2.5). Im Wald können Sturmschäden und Waldbrände zu einem erhöhten Oberflächenabfluss und verstärkter Erosion führen und die Hangstabilität negativ beeinflussen. Aufgrund der direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels ist zu erwarten, dass in Zukunft der Geschiebeeintrag in die Gerinne und der Hochwasserabfluss zunehmen werden. Durch eine angepasste alpwirtschaftliche Nutzung und Waldbewirtschaftung können diese Auswirkungen reduziert werden.

**Landwirtschaftspolitik:** Die Resultate des Klimaanpassungs-Pilotprojekts machen deutlich, dass sich die Rahmenbedingungen für die Sömmerungsgebiete und damit für die Alpwirtschaft deutlich verändern werden. Die Landwirtschaftspolitik kann diese nicht massgebend beeinflussen, sie kann hingegen die Handlungsoptionen für die Alpwirtschaft neu gestalten und v.a. ausweiten, damit zukünftige Chancen auch genutzt werden können. So gewinnt die Mutterkuhhaltung gegenüber der Milchkuhhaltung an Bedeutung, da immer mehr Talbetriebe einem Neben- oder Zuerwerb nachgehen. Dies geht einher mit einer grösseren Bedeutung von Extensivrassen, die weniger hohe Ansprüche an die Futterqualität haben, deren Futterbedarf niedriger ist und die sich für eine Beweidung auch in höheren Lagen eignen. Parallel dazu nimmt mit der laufenden Zunahme der Betriebsgrösse die Heimfutterfläche zu, was zu einer Aufgabe der Sömmerung führen kann [2][3]. Andererseits bewirken die höheren Temperaturen in Zukunft vermehrten Hitzestress für die Tiere in den Talbetrieben [4]. Dadurch wird die Sömmerung auf den Alpen attraktiver, was jedoch eine gebietsübergreifende engere Zusammenarbeit zwischen Tal- und Bergbetrieben bedingt (siehe auch Kap. 3, Vermarktung und Wertschöpfung). Hinzu kommt, dass häufigere Trockenheit zu einer Reduktion des Futterdargebotes in Tallagen führen kann. Die Landwirtschaftspolitik ist somit gefordert, sich mit der Herausforderung einer "Alpwirtschaft 4.0" intensiv zu befassen. Das vorliegende Projekt kann dazu Anstösse liefern. Ähnlich, wie bei der anlaufenden Entwicklung der Bewässerung in den Mittellandkantonen, braucht es auch für die zukünftigen Entwicklungs- und Handlungsstrategien für die Sömmerungsgebiete einen interkantonalen Austausch bei der das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) als Leitbehörde eine Führungsrolle übernimmt. Eine der Kernaufgaben wird dabei die Definition von Nachhaltigkeitskriterien sein, nach denen eine zukünftige Alpwirtschaft 4.0 beurteilt und gefördert werden kann. Dazu der Hinweis, dass im Nachgang zum Pilotprojekt "Landwirtschaft und Bewässerung im Klimawandel – Anpassung als Chance!", das ebenfalls im Rahmen des BAFU Pilotprogramms im Kanton Aargau durchgeführt wurde, als Ansatz zur Definition von Nachhaltigkeitskriterien für eine nachhaltige bewässerte Landwirtschaft der Bezugs- und Orientierungsrahmen der **Sustainable Development Goals** verwendet wird.

### 3 Handlungsfelder für die Klimaanpassung

Die oben beschriebenen Veränderungen erfordern eine Anpassung in allen Bereichen. Im Rahmen des partizipativen Prozesses wurden Handlungsfelder definiert und darauf basierend Massnahmen abgeleitet. Im Folgenden werden die wichtigsten Massnahmengruppen kurz beschrieben. Die einzelnen Massnahmen werden in einem separaten Massnahmenkatalog detaillierter beschrieben.

#### Alp- und Forstwirtschaftliche Infrastruktur

- Wasserversorgung: Eine sichere Wasserversorgung auf den Alpen ist eine wichtige Voraussetzung, damit die Chancen, die der Klimawandel für die Alpwirtschaft bietet, wahrgenommen werden können. Mögliche Lösungsansätze sind u.a. der Bau von Zisternen oder der Anschluss an die Wasserversorgung des Siedlungsgebietes.
- Erschliessung und Wegenetze: Für eine rationelle Bewirtschaftung der Alpen ist eine gute Erschliessung zentral. Wenn dank der verlängerten Vegetationsperiode auch höher gelegene Flächen für die Sömmerung von Kühen und Rindern attraktiv werden, kann dies je nach

Situation einen Ausbau der Erschliessung erfordern. Dies bedingt gleichzeitig eine Priorisierung von geeigneten Flächen für eine schrittweise Ausdehnung der Sömmerungsgebiete.

- Betriebsgebäude: Wenn die Anzahl Normalstösse erhöht werden kann, müssen allenfalls grössere Betriebsgebäude erstellt werden. Dies kann auch aufgrund der Anforderungen des Tier-schutzes, aber auch wegen den Anforderungen neuer Viehrassen nötig sein. Dazu gehört auch eine Modernisierung der Infrastrukturen z.B. zur Milch- und Käseverarbeiten bei gleich-zeitiger Umstellung auf eine dezentrale Energieversorgung mittels erneuerbarer Energien.

## **Alpbewirtschaftung und Organisation**

- Weidemanagement, Weidepflege und Bodenschutz: Mit einer angepassten Nutzung und Pflege der Alpweiden wird ein wichtiger Beitrag zum Bodenschutz und zur Hangstabilität ge-leistet. Die Tätigkeiten sind jedoch zeitaufwändig und der Aufwand kann bei einer Auswei-tung der Sömmerung noch zunehmen. Das bisherige Weidemanagement ist entsprechend zu überprüfen und anzupassen. Dazu braucht die landwirtschaftliche Praxis aktive Unterstützung von den Beratungsdiensten. Zudem müssen neue Sömmerungskonzepte in die landwirtschaft-liche Ausbildung fliessen (siehe unten).
- Biodiversität und Landschaftsschutz: Sömmerungsweiden weisen in vielen Fällen eine hohe Biodiversität auf. Generell ist jedoch ein Verlust an Biodiversität festzustellen. Umso wichtiger ist es, diese u.a. auf den Sömmerungsweiden durch angepasstes Weidemanagement und gezielte Weidepflege zu erhalten. Damit wird auch ein wichtiger Beitrag zum Landschaftsschutz geleistet.
- Betriebskonzepte und überbetriebliche Kooperationsmodelle: Der wirtschaftliche Druck in der (Berg-)Landwirtschaft bewirkt, dass die personellen Ressourcen mit den neuen Herausfor-derungen und neuen Aufgaben nicht Schritt halten. Für nachhaltige Lösungen müssen Betriebs-konzepte überdacht und die Betriebsorganisation angepasst werden, beispielsweise indem überbetriebliche Kooperationen eingegangen werden.
- Aus- und Weiterbildung, Aufbau Netzwerke: Die aktuellen und weiter zu erwartenden Verän-derungen aufgrund des Klimawandels, aber auch des sozioökonomischen Umfelds erfordern neue Lösungen. Durch eine intensive Aus- und Weiterbildung des Alppersonals kann dessen Kompetenz, neue Lösungen für die Anpassung zu erarbeiten und umzusetzen verbessert wer-den. Auch der Aufbau von Netzwerken für den Informationsaustausch kann dazu beitragen.

## **Forstwirtschaftliche Massnahmen**

- Transformation Waldbestand: Die heutigen Hauptbaumarten, insbesondere die Fichte, gera-ten durch den Klimawandel unter Druck. Im Rahmen der Waldbewirtschaftung muss deshalb der Baumbestand in Richtung des zu erwartenden Klimas angepasst werden. Nur so können die verschiedenen Waldfunktionen, insbesondere die Schutzfunktion längerfristig sicherge-stellt werden.
- Nachhaltige Holznutzung: Die aktuelle Holznutzung liegt deutlich unter dem Wert einer nach-haltigen Nutzung. Dies ist einerseits durch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verur-sacht, andererseits durch die Besitzverhältnisse, die eine rationelle Waldbewirtschaftung erschweren. Es müssen Lösungsansätze entwickelt werden, um die Holznutzung zu erhöhen, auch im Hinblick auf die Transformation des Waldbestandes hin zu einem klimaangepassten Wald.

## **Vermarktung und Wertschöpfung**

- Direktvermarktung: Durch die Direktvermarktung von alpwirtschaftlichen Produkten kann die lokale Wertschöpfung verbessert werden. Heute existieren bereits viele Angebote. Es besteht jedoch noch Potenzial, diese zu erweitern und zu optimieren. Entsprechende Konzepte und Lösungsansätze sollten ausgearbeitet werden. Dabei spielt die überbetriebliche Zusammenar-beit sowie die enge Kooperation mit externen Vermarktern eine zentrale Rolle. Eine zukünf-tige Alpwirtschaft wird sich dazu stark in Netzwerken organisieren müssen.

- Vernetzung Sömmerungs- und Talbetriebe: Die Rahmenbedingungen für die Viehwirtschaft werden sich in den Talbetrieben verschlechtern, in den Sömmerungsbetrieben verbessern. Deshalb ist zu prüfen, wie mit neue Kooperationsmodelle zwischen Sömmerungs- und Talbetriebe die Herausforderungen in der Viehwirtschaft gemeistert werden können.
- Holznutzung: Durch eine Intensivierung der Holznutzung sollte die Wertschöpfung aus dem Wald verbessert werden. Damit wird gleichzeitig ein Beitrag zur Klimawandel-Mitigation geleistet.
- Touristische Angebote: Weil die Schneesicherheit in den Höhenlagen der Skigebiete im Diemtigtal weiter abnehmen wird, müssen neue Angebote für den Winterentwickelt und der Sommertourismus entwickelt und ausgebaut werden. Im Sommer kann die Alpwirtschaft mit entsprechenden Angeboten dazu beitragen und gleichzeitig die lokale Wertschöpfung verbessern. Entsprechende Angebote bestehen bereits, die es mit innovativen Strategien zu ergänzen und weiterzuentwickeln gilt.

## Instrumente

- Strukturverbesserungsprojekte: Umfassend gemeinschaftliche Projekte in Form von Alpmeliorationen oder Einzelmassnahmen können genutzt werden, um verschiedene der oben aufgeführten Massnahmen umzusetzen. Dies beding jedoch vorangehende sogenannte Grundlagenbeschaffungsprojekte, die sich im Rahmen der Strukturverbesserungsverordnung realisieren und finanzieren lassen (SVV, Art. 14, Abs. 1, Bst. H). Solche Projekte sind eine unabdingbare Voraussetzung, damit zur Konkretisierung und Umsetzung einer Alpwirtschaft 4.0 die richtigen Massnahmen in der richtigen Zusammensetzung im Rahmen von Verbundaufgaben gestartet und umgesetzt werden können. Wichtig ist dabei das schrittweise Vorgehen unter dem engen Miteinbezug der relevanten Akteure. Nebst der Landwirtschaft selbst sind dies die Forstwirtschaft, die Gemeinde sowie der Tourismus (siehe nachfolgend auch Absatz zu den Verbundaufgaben).
- Regionale Entwicklungsprojekte: Regionale Projekte können für die Standortförderung, die Vermarktung und für den Tourismus lanciert werden und sind eine wichtige Ergänzung und Kombination zu den landwirtschaftlichen Projekten.

## Verbundaufgabe

- Vertikale Vernetzung: Um die neuen Herausforderungen zu meistern, müssen Gemeinde, Kanton und Bund ihre Zusammenarbeit teilweise anpassen bzw. verstärken. Insbesondere sind finanzielle und organisatorische Hürden, die die Umsetzung von Klimaanpassungsprojekten erschweren, zu beseitigen.
- Horizontale Vernetzung: Land- und Forstwirtschaft, Tourismus und Naturpark müssen in Zukunft enger zusammenarbeiten, um integrierte Lösungen für die Klimaanpassung zu entwickeln. Dies beinhaltet einerseits die lokalen Akteure sowie andererseits (Fach-)Organisationen, die auch ausserhalb des Diemtigtals aktiv sind.
- Zivilgesellschaft: Der Einbezug und das Engagement der Zivilgesellschaft ist eine zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmassnahmen. Nur so können Anpassungsmassnahmen eine nachhaltige Wirkung erzielen.

Bern, 1. November 2021

geo7 AG / Sofies-Emac AG

Peter Mani / Martin Fritsch