

Wasser auf den Almen und Alpen

Versorgung der Almen und Alpen, nachhaltige Nutzung und Entsorgung des Abwassers vor dem Hintergrund der globalen Problematik des Klimawandels und extremer Wetterereignisse

Schlussbericht Projekt z.h.v. der Staatskanzlei des Kantons Tessins im Rahmen dessen Präsidiums vom Arge Alp im Jahr 2024

Gianluca Giuliani

Vera Steiner

Ramona Rudolf von Rohr

16. April 2025

Zusammenfassung

Wasser ist eine der zentralen Herausforderungen in Zeiten des Klimawandels. Trockenperioden und Starkniederschläge wechseln sich in immer kürzeren Abständen ab und nehmen an Intensität zu. Auch der Alpenraum und damit die Alm- und Alpwirtschaft als prägendes Element der Kulturlandschaft ist davon betroffen und sieht sich durch veränderte Niederschlagsmuster, Wassermangel in Trockenperioden und extremen Wetterlagen mit zunehmenden Herausforderungen konfrontiert. Im Rahmen der Präsidenschaft der Arbeitsgemeinschaft Alpenländer (ArgeAlp) hat der Kanton Tessin deshalb ein Projekt zum Thema „Wasser auf den Almen und Alpen: Versorgung der Almen und Alpen, nachhaltige Nutzung und Entsorgung des Abwassers vor dem Hintergrund der globalen Problematik des Klimawandels und extremer Wetterereignisse“ lanciert.

Das Projekt verfolgt drei Hauptziele:

- Sensibilisierung und Problembewusstsein für die Wasserproblematik auf Almen und Alpen.
- Förderung des Wissenstransfers durch die Sammlung und Bereitstellung von Best Practices.
- Aufbau eines langfristigen Austauschs

Zur Erreichung dieser Ziele wurden im Laufe des Projektes zahlreiche Gespräche mit Fachexpert*innen aus allen beteiligten Alpenländern geführt, eine Best-Practice-Sammlung erstellt, eine Fachtagung organisiert und eine Resolution verabschiedet. Zudem wurde eine Website eingerichtet, auf der gesammelte Lösungen dokumentiert sind.

Das Projekt zeigt auf, dass es deutliche regionale Unterschiede in der Betroffenheit und dem Problembewusstsein gibt. Während Karstregionen und regenarme Gebiete bereits langfristige Lösungen entwickeln, stehen andere Regionen erst am Anfang entsprechender Massnahmen. In den vergangenen Jahren waren jedoch auch traditionell wenig betroffene Gebiete immer stärker von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen und zeigen ein Interesse an neuen Lösungsvorschlägen. Wasser ist ein essenzielles Gemeingut, das für Leben und Aktivitäten in den Alpen unverzichtbar ist. Fliessgewässer sind lebenswichtige Ökosysteme, die für ein natürliches Gleichgewicht unverzichtbar sind und viele Ökosystemleistungen erbringen. Almen und Alpen tragen als Erstnutzer eine besondere Verantwortung für die nachhaltige Nutzung des Wassers, während ihre abgelegene Lage technische Herausforderungen mit sich bringt.

Almen und Alpen benötigen viel Wasser, vor allem für Tränkwasser, Melkstände und Käsereien. Höhere Milchleistung und strengere Hygienevorschriften haben den Wasserverbrauch weiter erhöht. Eine Analyse kann helfen, Einsparpotenziale zu erkennen und nachhaltiges Wassermanagement zu fördern – besonders bei Neubauten oder Renovierungen.

Im ArgeAlp Raum wurden bereits verschiedene mögliche Lösungsansätze implementiert. Sie lassen sich in folgende Bereiche gliedern:

- **Wasserspeicherung und -verteilung:** Durch veränderte Niederschlagsmuster und steigende Temperaturen fällt in Zukunft im Winterhalbjahr mehr Regen statt Schnee, während die Sommer zunehmend trockener werden. Schnee und Eis fallen damit zunehmend als natürliche Wasserspeicher weg. Es gibt verschiedene Möglichkeiten dieser Herausforderung zu begegnen: Der Bau neuer Speicherseen – teils durch Reaktivierung alter Systeme –, die Erschliessung neuer Quellen mittels Wasserpumpen oder die gezielte Landschaftsgestaltung zur

Verlangsamung des Wasserflusses und Sammlung in Rückhaltebecken. Letzteres wird vor allem in Tälern angewandt, bietet aber auch Potenzial für den Alpenraum.

- **Weidemanagement:** Der Temperaturanstieg führt dazu, dass die Vegetation früher beginnt zu wachsen, während im Sommer aufgrund der Trockenheit Futterengpässe zunehmen. Um die ökologischen Funktionen sowie eine gute Futterqualität zu erhalten, sollten die Weidestrategien von den unterschiedlichen Ausgangsfaktoren in einem Gebiet abhängig gemacht werden. Durch eine Optimierung der Weideführung können unterschiedliche Vegetationstypen unter Berücksichtigung der Wasserverfügbarkeit einbezogen werden und so eine langfristige Nutzung der Alpweiden sichergestellt werden.
- **Wasserqualität und Abwasserreinigung:** Wasser wird auf Alpen sowohl in hoher Quantität als auch in hoher Qualität benötigt. Insbesondere Sennalmen- und Alpen sowie Almen und Alpen mit agrartouristischen Angeboten sind gefordert. Eine Verbesserung der Wasserhygiene kann beispielsweise durch eine getrennte Nutzung von Trink- und Brauchwasser gefördert werden. Weiterhin gibt es verschiedene innovative Systeme zur Reinigung von Abwasser wie Pflanzenkläranlagen oder Kleinkläranlagen.
- **Soziale Aspekte, Regelungen und Planung:** Die zunehmende Wasserknappheit bietet ein hohes Konfliktpotential. Auch in Berggebieten teilen sich verschiedene Akteure die Wasserressourcen. Zudem kommt ihnen als Erstnutzer eine besondere Verantwortung zu. Eine sorgfältige Planung zur gemeinsamen Nutzung von Wasserressourcen und das Abschliessen von Vereinbarungen kann erheblich entlasten. Die Nutzungspriorisierung sollte im Fall von Extremsituationen vorgängig festgelegt werden.

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Initiierung des Projekts	3
2	Projekt.....	5
2.1	Ziele	5
2.2	Vorgehen	5
2.3	Resultate	6
3	Resultate	7
3.1	Einleitung	7
3.1.1	Ökosystem Fließgewässer und Verantwortung	7
3.1.2	Regionale Unterschiede und Problembewusstsein.....	8
3.1.3	Wasserbedarf auf Almen und Alpen.....	10
3.2	Gesammelte Lösungsansätze (Strukturierung)	10
3.2.1	Wasserspeicherung und -verteilung	12
3.2.2	Weidemanagement	15
3.2.3	Wasserqualität und Abwasserreinigung.....	18
3.2.4	Soziale Aspekte, Regelungen und Planung	21
4	Schlussfolgerungen und nächste Schritte	24
5	Quellen und weiterführende Informationen	27

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Auswirkungen des Klimawandels im Arge Alp Gebiet

Ohne Wasser kein Leben – Wasser bildet die Grundlage für das menschliche Überleben und ist Kern der natürlichen Kreisläufe auf der Erde. Durch landwirtschaftliche Nutzung, Eigengebrauch, Versiegelung, Kraftwerke und Flussbegradigungen oder Veränderungen der Vegetation greifen Menschen seit jeher in diesen Kreislauf ein und verändern ihn sowohl global als auch lokal. In den letzten Jahren und Jahrzehnten spürte man die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserkreislauf immer deutlicher. Die **Herausforderungen in Zusammenhang mit Wasser** nehmen insgesamt deutlich zu.

Ein Beispiel für die zunehmenden Herausforderungen sind im Alpenraum die immer häufigeren «**Jahrhunderthochwasser**», die sich mit langanhaltenden und heissen Trockenperioden abwechseln [1]. Im ersten Viertel des 21. Jahrhunderts gab es bereits mehrere Jahrhunderthochwasser aufgrund von Starkniederschlagsereignissen [2]. Gerade im Jahr 2024 wurden viele Schäden durch Starkniederschläge und Überschwemmungen verursacht. In Zentral- und Westeuropa forderten die Überschwemmungen im Sommer und Herbst 2024 zahlreiche Todesopfer. Im Gegensatz dazu musste in den Jahren 2018 und 2022 Wasser auf die Alpen geflogen werden aufgrund des **akuten Wassermangels**.

Prognosen: Veränderte Verteilung der Niederschläge

Die Jahresmitteltemperatur hat in der Arge Alp Region bereits um 2° C zugenommen im Vergleich zur vorindustriellen Zeit. Die **Erwärmung** ist somit doppelt so stark wie im globalen Durchschnitt und wirkt sich deutlich auf verschiedene Prozesse im globalen Wasserkreislauf aus. In alpinen Regionen steigt die Schneefallgrenze pro Grad Erwärmung im Schnitt um 150 m, wodurch die Schneemenge abnimmt, was wiederum Auswirkungen auf die Verteilung der Abflüsse hat. Von den Eismassen der Gletscher bleiben im Alpenraum bis zum Ende des 21. Jahrhunderts je nach Klimaschutzszenario noch 5 - 37 % erhalten. Laut Prognosen werden Jahresniederschläge und Abflüsse nur geringfügig abnehmen, allerdings mit grossen saisonalen Unterschieden. Die Niederschläge nehmen im Winter zu und im Sommer ab. Aufgrund der höheren Schneefallgrenze fällt der Niederschlag auch im Winter immer häufiger als Regen statt als Schnee. Dies führt dazu, dass das Wasser **nicht in Form von Schnee als Speicher** im Frühling und Sommer dient. Zudem werden geringere Niederschläge und eine höhere Verdunstung im Sommer erwartet. Ebenso geht man davon aus, dass die Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen weiter zunehmen, da wärmere Luft mehr Feuchtigkeit halten kann [3, 1].

Durch diese vielschichtigen Herausforderungen werden in Zukunft auch Regionen betroffen sein, die bisher keine Probleme mit dem Wassermanagement im Alpengebiet hatten.

Kulturelle Bedeutung der Alm- und Alpwirtschaft

Auch die Alm- und Alpwirtschaft ist stark von diesen Herausforderungen betroffen [4]. Seit Jahren nimmt die Zahl der Alm- und Alpbetriebe und vor allem die Zahl der Tiere, die auf Almen und Alpen weiden, ab. Neben dem hohen Arbeits- und Kostenaufwand für die Bewirtschaftung sind auch der Klimawandel und die extremen Wetterereignisse Gründe dafür.

Die Alm- und Alpwirtschaft ist ein **prägendes Element der Kulturlandschaft** im Arge Alp Raum. Sie ist ein bedeutendes kulturelles Erbe des Alpenraums mit **grosser ökologischer und sozialer Relevanz**, die weit über die reine Produktionsfunktion hinausgeht. Neben der Bedeutung für die Milch- und Fleischproduktion, bieten Almen und Alpen Platz für Erholung und sind wichtig für die Herstellung erneuerbarer Energien. Zudem sind extensiv beweidete Alm- und Alpweiden ein Hotspot der Biodiversität.

Wasserversorgung

Eine gesicherte Wasserversorgung ist eine **elementare Grundlage** für die Alm- und Alpwirtschaft. In den letzten Jahren waren teils drastische Massnahmen, wie frühzeitige Abtriebe oder Helikopterflüge zur Wasserlieferung nötig, um mit den Herausforderungen des Klimawandels umzugehen. Aufgrund der veränderten klimatischen Bedingungen setzen Schneeschmelze und Wachstumsbeginn der Vegetation rund zwei Wochen früher ein und das Vegetationswachstum verlängert sich auch im Herbst. Dies kann zu einem **Futterüberschuss** im Frühling und Herbst führen. Im Sommer kann es hingegen zu längeren **Trockenperioden** und einem damit einhergehenden Futtermangel kommen. Insbesondere tiefere Lagen bis zu 1500 m ü. M. sind davon betroffen [4]. In den Hochalpen kann es zudem zu Weideverlusten aufgrund von **Starkniederschlägen** kommen. Wassermangel stellt nicht nur für ein ausreichendes Futterwachstum eine Schwierigkeit dar, sondern auch für die Tiere direkt und kann zu Herausforderungen bei der Produktion von Käse führen. Wenn gewisse Quellen oder Bäche versiegen, können die entsprechenden **Weideteile nicht mehr angemessen** genutzt werden und verbuschen deshalb. Bei hohen Temperaturen verstärken sich die Herausforderungen, da die Tiere einen erhöhten Wasserbedarf haben [4].

Aktuelles Thema

An der zunehmenden Anzahl Projekte, die sich mit diesem Thema und der Problematik auseinandersetzen, merkt man die **Aktualität** des Themas. Ein Beispiel dafür ist die Arbeit der Alpenkonvention: In den Jahren 2017–2018 war eines von zwei behandelten Themen, wie man Dürreperioden im Alpenraum bewältigen kann – von der Analyse der Klimadaten (Regen-/Schneemuster und -szenarien) bis hin zur strategischen Planung. In der Arbeit der Alpenkonvention hat man bereits früh gemerkt, dass insbesondere beim Thema Wasser eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit unabdingbar ist. In einer Erklärung der Alpenkonferenz von 2020 halten sie fest, dass der gesamte Alpenraum zunehmend als dürregefährdetes Gebiet betrachtet werden muss und die Anpassung an den Klimawandel in den alpinen Wassereinzugsgebieten gefördert werden muss [5]. Eine Resolution, welche an der internationalen Alpwirtschaftstagung in Visp verabschiedet wurde, hält ebenfalls fest, dass der Wassermangel im Alpgebiet eine der wesentlichen Bedrohungen für eine langfristige Alpwirtschaft darstellt [6].

**Anpassung ist
unerlässlich**

Die Alm- und Alpwirtschaft muss sich mit verschiedenen Massnahmen – von verbesserter Wasserversorgung bis zur Neuorganisation der Bestossung – an diese Herausforderung anpassen. Das Ziel sollte darin bestehen, die verschiedenen Wassernutzungen auch in **Zukunft** zu ermöglichen, ohne dabei die ökologischen Ansprüche zu vernachlässigen.

1.2 Initiierung des Projekts

**Präsidium
Arge Alp
2024**

Dieser Hintergrund veranlasste den **Kanton Tessin** das Projekt «Wasser auf den Almen und Alpen: Versorgung der Almen und Alpen, nachhaltige Nutzung und Entsorgung des Abwassers vor dem Hintergrund der globalen Problematik des Klimawandels und extremer Wetterereignisse» im Rahmen dessen Präsidentschaft der **Arbeitsgemeinschaft Alpenländer (Arge Alp)** für das Jahr 2024 zu initiieren.

Arge Alp

Die Arbeitsgemeinschaft Alpenländer (Arge Alp) besteht aus 10 Regionen der vier Alpenländer:

- Das Bundesland Bayern (Deutschland);
- Der Kanton Graubünden (Schweiz);
- Der Kanton St. Gallen (Schweiz);
- Der Kanton Tessin (Schweiz);
- Die Provinz Lombardei (Italien);
- Die Provincia autonoma di Bolzano (Italien);
- Die Provincia autonoma di Trento (Italien);
- Das Land Salzburg (Österreich);
- Das Land Tirol (Österreich) und
- Das Land Vorarlberg (Österreich).

**Strategische
Schwerpunkte
Arge Alp**

«Die Arbeitsgemeinschaft hat das Ziel, durch grenzüberschreitende Zusammenarbeit mit einem Minimum an Institutionalisierung gemeinsame Anliegen der Mitgliedsländer im Rahmen ihrer Befugnisse zu behandeln und gegenüber den Bundes- und Zentralregierungen sowie gegenüber interregionalen und internationalen Einrichtungen zu vertreten, das Bewusstsein der gemeinsamen Verantwortung für den alpinen Lebensraum zu vertiefen, die Kontakte zwischen den Völkern und Bürgern zu fördern, die Stellung der Länder, Regionen, Provinzen und Kantonen zu stärken und einen Beitrag zur europäischen Integration zu leisten» [7].

Den Vorsitz in der Arbeitsgemeinschaft übt jeweils der Regierungschef eines Mitgliedslandes aus. Der Vorsitz geht jährlich auf ein anderes Mitgliedsland über. Für das Jahr 2024 übernahm der Kanton Tessin die Präsidentschaft.

Die vorsitzende Region darf ein Thema für ihr Präsidentschaftsjahr auswählen, das mit den strategischen Schwerpunkten der Arge Alp übereinstimmt. Eine der strategischen Prioritäten für den Dreijahreszeitraum 2021-2024 ist der **Umweltschutz**, die **Anpassung an den Klimawandel** und das **Management**

natürlicher Gefahren [8]. Zugleich hat sich die Arge Alp in diesem Dreijahreszeitraum der Wirtschaft gewidmet, mit besonderem Fokus auf **technische Innovation** und Digitalisierung, nachhaltigen Tourismus und **Berglandwirtschaft**. Auf ihrer Webseite schreibt die Arge Alp: «Die Arge Alp hat aufgrund ihrer Landschaft, ihrer einzigartigen natürlichen Ressourcen und ihrer besonderen Ernährungskultur grosses Potenzial als Nahversorger für die eigene Bevölkerung. Die Arge Alp widmet sich dem Erhalt und der Weiterentwicklung zukunftsfähiger Beschäftigungsmöglichkeiten, die den besonderen Stärken der Alpenregionen Rechnung tragen.»

Das vom Kanton Tessin initiierte Projekt zum Thema «Wasser auf den Almen und Alpen: Versorgung, nachhaltige Nutzung und Abwasserentsorgung im Kontext des globalen Klimawandels und extremer Wetterereignisse» widmet sich einem hochaktuellen Thema. Im Zentrum steht das **Wassermanagement** auf alpinen (Weide-)Flächen, wobei insbesondere die Herausforderungen rund um die **Wasserversorgung**, die **Nutzung** sowie die **umweltgerechte Entsorgung von Abwasser** betrachtet werden. Ziel des Projekts ist es, die Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel und des Umgangs mit natürlichen Gefahren mit den strategischen Schwerpunkten nachhaltigem Tourismus und Berglandwirtschaft zu verknüpfen.

2 Projekt

2.1 Ziele

Allgemeines Ziel	Allgemeines Ziel des Projekts ist es durch Kommunikation und Austausch die Alm- und Alpwirtschaft in ihrer Anpassung an die neuen Herausforderungen des Klimas zu unterstützen. Es wurden drei spezifische Ziele definiert:
Projektziele	1. Das Thema hervorheben. Das Thema erhält durch das Projekt Aufmerksamkeit und das Problembewusstsein wird gestärkt. Herausforderungen, zukünftige Tendenzen und mögliche Folgen sind den betroffenen und interessierten Menschen bekannt. 2. Den Wissenstransfer fördern. Unterschiedliche Gebiete im Arge Alp Raum sind mit verschiedenen Herausforderungen im Zusammenhang mit Wasser konfrontiert. Mit dem Projekt wird sowohl traditionelles als auch innovatives Wissen im gesamten Alpenraum gesammelt und einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt. Dies ermöglicht den Austausch und die Möglichkeit von anderen Gebieten zu lernen. 3. Den Fokus und den langfristigen Austausch aufrechterhalten. Das Projekt soll als Ausgangspunkt dienen für einen langfristigen Austausch. Die Sammlung an Wissen soll weiter mit Informationen gespeist werden, vor allem auch mit neuen und innovativen Lösungen, die heute gegebenenfalls noch nicht verfügbar sind.

2.2 Vorgehen

	Durch das Projekt wurden verschiedene Massnahmen realisiert:
«Sammlung Best practices»	Durch den Kontakt mit Vertreter*innen von Fachstellen, Organisationen, Forschungsinstituten, Alm- und Alpkorporationen, wurden bereits durchgeführte oder laufende Projekte gesammelt. Diese wurden einheitlich beschrieben und auf einer dafür entwickelten Webseite publiziert [9]. Das Ziel ist es, allen Personen, die mit der Herausforderung des Wassermangels oder Schwierigkeiten bei der Wasserentsorgung konfrontiert sind, die Möglichkeit zu bieten, sich auf der Webseite über bereits umgesetzte Lösungen zu informieren und Kontakt zu den Projektträgern aufzunehmen. Die Webseite soll praktische Informationen über konkrete Lösungen für einen breiten Nutzerkreis zur Verfügung stellen.
Kontakt und Austausch	Insgesamt wurden zirka 40 Personen kontaktiert. Mit jeder Person wurde ein oder mehrere bilaterale Gespräche geführt. Die Erkenntnisse wurden notiert und die erhaltenen Projektbeschriebe registriert. Zur Austauschförderung wurde im Mai 2024 ein Online-Treffen zwischen den interessierten Personen organisiert.
Untersuchungsgebiet	Die Untersuchung bezog sich hauptsächlich auf das Arge Alp Gebiet. Die meisten Austausche fanden mit Kontaktpersonen aus den Mitgliedsregionen der Arge Alp statt. Um das Potenzial der gewonnenen Erkenntnisse zu erhöhen, wurden aber

auch Kontakte zu Regionen gesucht, die ausserhalb des Arge Alp-Gebiets liegen und besonders interessante Eigenschaften in Bezug auf das Projektthema aufweisen. Z.B. besonders trockene Gebiete oder Gebiete mit besonderen geomorphologischen Eigenschaften.

Fachtagung Am 24. Oktober 2024 wurde in Quinto (Tessin) eine **Fachtagung zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen»** organisiert. Das Ziel war die Verbreitung von Informationen und den Austausch zwischen den involvierten Akteuren. Die Referent*innen wurden aus dem Kontaktnetzwerk des Projektes ausgewählt in Abhängigkeit von den Möglichkeiten und Kenntnissen der einzelnen Fachpersonen. Das Programm bestand aus allgemeinen Abschnitten sowie Präsentationen konkreter Projekte. Die Dokumentation der Fachtagung ist auf der Webseite der Arge Alp verfügbar [10]. Der Kanton Tessin hat sich ausserdem bemüht, ein **Video** zu erstellen, um einige der Projekte visuell auf der Tagung präsentieren zu können. Verfilmt wurden ein Projekt im Tessin und zwei Projekte im Trient. Das Video ist auf der Webseite der Arge Alp verfügbar [11].

Resolution Das oberste Organ der Arge Alp ist die **Konferenz der Regierungschefs**. Die Regierungschefs treffen sich jährlich, unter anderem wechselt während dieses Anlasses das Präsidium von einem Land zum nächsten. Die Konferenz der Regierungschefs im Jahr 2024 fand am 25. Oktober 2024 statt. Einen Tag zuvor fand die Fachtagung zum nachhaltigen Wassermanagement auf Almen und Alpen statt. Dabei wurden Bedeutung, Herausforderungen sowie innovative Lösungsansätze für die Alm- und Alpwirtschaft diskutiert. Wissenschaftliche, technische und politische Vertreter*innen betonten die Relevanz der Projektergebnisse. Diese wurden am Folgetag in einer **Resolution** an die Regierungschefs zur Unterschrift vorgelegt. Die Resolution ist auf der Webseite der Arge Alp verfügbar [6].

Fortsetzung Das Projekt soll nicht mit dem Präsidium 2024 des Kanton Tessins enden. Das Ziel des Projekts war, eine positive Entwicklung anzustossen, die auch nach dem Ende der Präsidentschaft des Kantons Tessin weitergeführt werden kann. Dafür braucht es eine **Dachorganisation, die die Koordinationsrolle übernimmt**. Diese wird sich um die Weiterführung der Austausche kümmern, sowie die Weiterentwicklung der Sammlung an «best practices». Die Aktivitäten können zudem erweitert werden, beispielsweise durch die Organisation von Exkursionen zu besonders interessanten Projekten. Der Name der Dachorganisation wird auf der Webseite der Arge Alp veröffentlicht.

2.3 Resultate

Erkenntnisse Alle Erkenntnisse und Austausche wurden aufgezeichnet. Es wurden lokale Charakteristiken, Feststellungen, Ideen und Ratschläge und Beschreibungen zu konkreten Projekte gesammelt. Letztere, 20 Projekte, wurden auf der dafür entwickelten Webseite veröffentlicht [9]. Im Kapitel 3 werden die Resultate in Themen unterteilt beschrieben.

3 Resultate

3.1 Einleitung

3.1.1 Ökosystem Fließgewässer und Verantwortung

Menschenrecht	Wasser ist ein Gemeingut, und der Zugang zu Trinkwasser und Sanitärversorgung ist ein Menschenrecht [12]. Wasser ist unverzichtbar für alles Leben (Mensch, Fauna und Flora) und jede Aktivität auf den Almen und in den Alpen.
Erstnutzer	Das Wasser auf Almen und Alpen stammt aus Quellen, Niederschlägen oder der Schneeschmelze. Dieses Wasser steht den Almen und Alpen für ihre Aktivitäten als erste Nutzer zur Verfügung. Anschliessend fliesst es in Bäche und Flüsse oder sickert in den Boden, filtriert durch die Bodenschichten, und gelangt weiter talwärts wiederum in Fließgewässer oder Seen, wo es von der lokalen Bevölkerung genutzt wird. Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung ist auf Wasser aus den Bergen angewiesen [13].
Ökosystem Fließgewässer	Bäche und Flüsse sind aber nicht einfach ein «Transportband» für Quell-, Regen- und Schmelzwasser, sondern auch Lebensräume für Millionen von Tierarten und Mikroorganismen [13]. Diese spielen eine Rolle in der Nahrungskette und im Gleichgewicht der Natur. Durch ihren Metabolismus helfen sie, externe Stoffe aus dem Ökosystem zu beseitigen. Sie spielen somit eine zentrale Rolle in der Selbstreinigungskraft der Fließgewässer und sind für die Gewährleistung der Wasserqualität unverzichtbar. Jede natürliche oder menschliche Tätigkeit, die direkt an Bächen und Flüssen oder im Einzugsgebiet von Fließgewässern stattfindet, hat einen Einfluss auf das Ökosystem. Sowohl die Veränderung der Wassermenge (z.B. durch Wasserentnahme oder Ableitung), wie auch das Einbringen von externen Stoffen (z.B. durch Düngung der Weideflächen im Einzugsgebiet der Fließgewässer), hat einen Einfluss auf das Leben im Wasser. Die klimatisch bedingten Veränderungen verstärken die Auswirkungen zusätzlich.
Verantwortung	Die Position der Almen und Alpen als «Erstbenutzer» ist ein Privileg. Sie ist jedoch auch mit einer Verantwortung gegenüber anderen Menschen und Tieren verbunden, die das Wasser später nutzen. Das fließende Wasser kennt dabei keine Verwaltungsgrenzen. Gleichzeitig bringt die Abgelegenheit sowie die Tatsache, dass das Wasser stets von den Almen und Alpen wegfliessen, technische Herausforderungen mit sich.

3.1.2 Regionale Unterschiede und Problembewusstsein

Regionale Unterschiede

Unterschiedliche Realitäten

Die Austausche haben gezeigt, dass das Bewusstsein für die Klimaveränderungen und die damit verbundenen Herausforderungen im Arge Alp-Raum unterschiedlich ausgeprägt ist. Gleichzeitig gibt es in den Regionen Unterschiede in der geographischen Lage, der geomorphologischen Eigenschaften des Bodens oder der Betriebsrichtung, die die Dringlichkeit des Problems beeinflussen.

Karstgebiete: «Der Begriff «Karst» stammt aus der Region Kras, die nahe Triest (Provinz Friuli Venezia Giulia), im Grenzgebiet von Italien und Slowenien liegt, wo die besonderen Phänomene der Kalklösung schon vor langer Zeit beschrieben wurden. Der Begriff wurde dann für alle Landschaften übernommen, die ähnliche Phänomene aufweisen (Karstregionen)»[14]. In diesen Regionen befindet sich Kalkgestein an oder in der Nähe der Oberfläche. Durch Niederschlag bilden sich seit Jahrtausenden durch Korrosion Gänge und Höhlen im Gestein, wo das Wasser eindringt und unterirdisch ins Tal fließt. Diese Regionen sind historisch bedingt mit knappen Wasserressourcen konfrontiert und verfügen deshalb über jahrzehntelange Erfahrung mit dem Bau von Wasserspeichern. Beispiele von Karstgebieten in der Arge Alp Region und Umgebung sind Regionen im Süden der autonomen Provinz Trient (Italien) oder der Kanton Jura in der Schweiz.

Obwohl die Menschen an diese Bedingungen gewöhnt sind und die Landwirtschaft sich angepasst hat, bringt der Klimawandel neue und noch grössere Herausforderungen. Darauf haben die Behörden des Kantons Jura (Schweiz) reagiert und Projekte ins Leben gerufen, die verschiedene Stakeholder der Landwirtschaft, der Gemeinden, der Umweltverbände, der Polizei und der Feuerwehr einbeziehen. Diese Projekte haben zum Ziel, die Speicherung von Wasser zu fördern, den sorgfältigen Umgang damit sicherzustellen, aber auch die **Priorisierung der Wassernutzung** zu klären

Regenarme Gebiete: Einige Gebiete haben aufgrund der geographischen Lage wenig Niederschlag. Der Kanton Wallis in der Schweiz liegt umgeben von den höchsten Bergen des Landes in einer Lage, die vor Niederschlägen geschützt ist [15]. Im Wallis befinden sich die niederschlagsärmsten Orte der Schweiz. Aufgrund der Regenarmut wurden vor hunderten Jahren (der genaue Ursprung ist nicht bekannt), Gräben und Kanäle zur Bewässerung der Weiden und Kulturen gebaut (bekannt als „Suonen“). Diese Art von Bauten ist im gesamten Alpengebiet und sogar weltweit verbreitet und trägt regionsspezifische Namen (z.B. „Waal“ in Österreich).

Der Kanton Wallis ist gleichzeitig der Kanton mit dem grössten Weinbaugebiet (5'000 ha Rebbaufächen) und einer der wichtigsten Obstbaukantone (4'000 ha) der Schweiz [16]. Dazu bewirtschaftet er 13% der Alm- und Alpfläche der Schweiz. Tatsächlich sind hier die traditionellen Bewässerungsanlagen immer noch in Betrieb [17]. In diesem Gebiet zeigt sich der Klimawandel von einer noch extremeren Seite mit höheren Temperaturanstiegen (bis zu +2.5 °C), häufigere

und intensivere Hitzewellen, weniger Frosttage, mehr Winterniederschlag bei gleichzeitig weniger Schneetagen [17]. In diesem Kanton wird intensiv gearbeitet, um das **Problembewusstsein** gegenüber den Klimaveränderungen zu wecken, das Erkennen von **Zusammenhängen** zu fördern und **ganzheitliche, multifunktionale Lösungen** zu finden, die der Umwelt, den Menschen (Trinkwasser), der Landwirtschaft, der Wasserkraft und der Freizeit dienen.

Sensibilisierung

Proaktiv statt reaktiv handeln

Die oben beschriebenen Gebiete sind bereits mit konkreten Herausforderungen konfrontiert. In anderen Gebieten, wo die Herausforderungen noch nicht so stark ausgeprägt sind, wird oft erst gehandelt, wenn der Wassermangel schon akut ist. Eine der extremen Sofortmassnahmen war der Wassertransport mit Hubschraubern zu den Almen und Alpen im Sommer 2022.

Der Schweizer Kanton St. Gallen (Arge Alp Mitglied) hat im Jahr 2020 eine Checkliste erarbeitet zum Thema Trockenheit im Sömmerungsgebiet [18]. Ziel des Merkblatts ist, dass die Alm- und Alpbetreiber*innen sich im Vorfeld mit diesem Thema beschäftigen und ihre Alm und Alp möglichst auf Trockenereignisse vorbereiten. Einem akuten Wassermangel soll damit vorgebeugt werden, anstatt bei Eintreten des Problems mit teuren und umweltschädlichen Massnahmen (z.B. Wassertransport) zu reagieren.

Information

Wissen und Netzwerk

Um ein proaktives Handeln zu fördern, muss einerseits das Problembewusstsein vorhanden sein, andererseits muss das **Wissen** über mögliche Lösungen zugänglich sein. Dieses Projekt soll diesen Zielen dienen. Die **Sammlung**, die aufgrund der Recherchearbeiten sowie der Kontakte und Austausche zusammengestellt wurde, erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll einerseits einen **Ausgangspunkt** bieten, der weiterentwickelt werden kann und sollte; andererseits stellt sie einen Anknüpfungspunkt dar, aus dem weitere Verbindungen und Kontakte entstehen können.

Informati- onsquellen

Auf der **Webseite** sind sowohl konkrete Projekte beschrieben als auch Verknüpfungen zu weiteren Internetseiten und Stellen zu finden, die dem Thema gewidmet sind [9, 10, 11].

Wissens- plattformen

In den Quellen im Kapitel 5 sind **weitere Wissensplattformen** zum Thema Wassermanagement angegeben [19].

3.1.3 Wasserbedarf auf Almen und Alpen

Tagesbedarf für Tier, Mensch und Produktion	Wasser wird für den Konsum von Menschen und Tieren verwendet, zu Waschzwecken, insbesondere in Käsereien, und für das Vegetationswachstum. Ein paar Zahlen dazu: – Milch besteht zu 90% aus Wasser – Eine Milchkuh verbraucht bis zu 130 Liter Tränkwasser am Tag, je nach Tagestemperatur, Milchleistung und Trockensubstanz (TS) Gehalt des Futters [20] – Die Melkanlage verbraucht von 150 bis zu 400 Liter Wasser am Tag (Eimer bis Melkstand) [21] – In der Käserei muss mit einem Verbrauch von mindestens 1 Liter Wasser pro 1 Liter Milch gerechnet werden [21] – Zum Eigenverbrauch für das Alm- und Alppersonal muss mit 100 Liter / Person und Tag gerechnet werden (Trinkwasser, Kochen, WC, Dusche) [21] – Das gleiche gilt für Feriengäste [21] Die Berechnung des Gesamtbedarfs erfolgt auf der Grundlage der Weiderauer, zuzüglich 21 Tage «Trockenheitsreserve». Es resultiert ein Wassergesamtbedarf von 11'280 Liter pro Grossvieheinheit (GVE) [21].
Fortschritt	Der Fortschritt in der landwirtschaftlichen Produktion, die höhere Milchleistung der Kühe und die strengeren Hygienevorschriften haben auch auf den Almen und in den Alpen dazu geführt, dass heute mehr Wasser verbraucht wird als früher.
Messung	Eine möglichst präzise Abschätzung des Wasserverbrauchs auf einer Alm oder Alp ist hilfreich, um daraus gezielte Massnahmen für ein nachhaltiges Wassermanagement und mögliche Einsparpotenziale abzuleiten. Dabei sollte eine Analyse idealerweise den Wasserverbrauch bei unterschiedlichen Prozessen sichtbar machen. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass bereits eine unterschiedliche Beschaffung des Bodens zu einem anderen Verbrauch führt. Eine sorgfältige Planung bei Um- oder Neubauten erlaubt demnach Wassereinsparungen [22].
Projekte	Weitere Projekte und Informationen zum Thema Wasserbedarf und Messungstools sind in den Quellen im Kapitel 5 angegeben [23].

3.2 Gesammelte Lösungsansätze (Strukturierung)

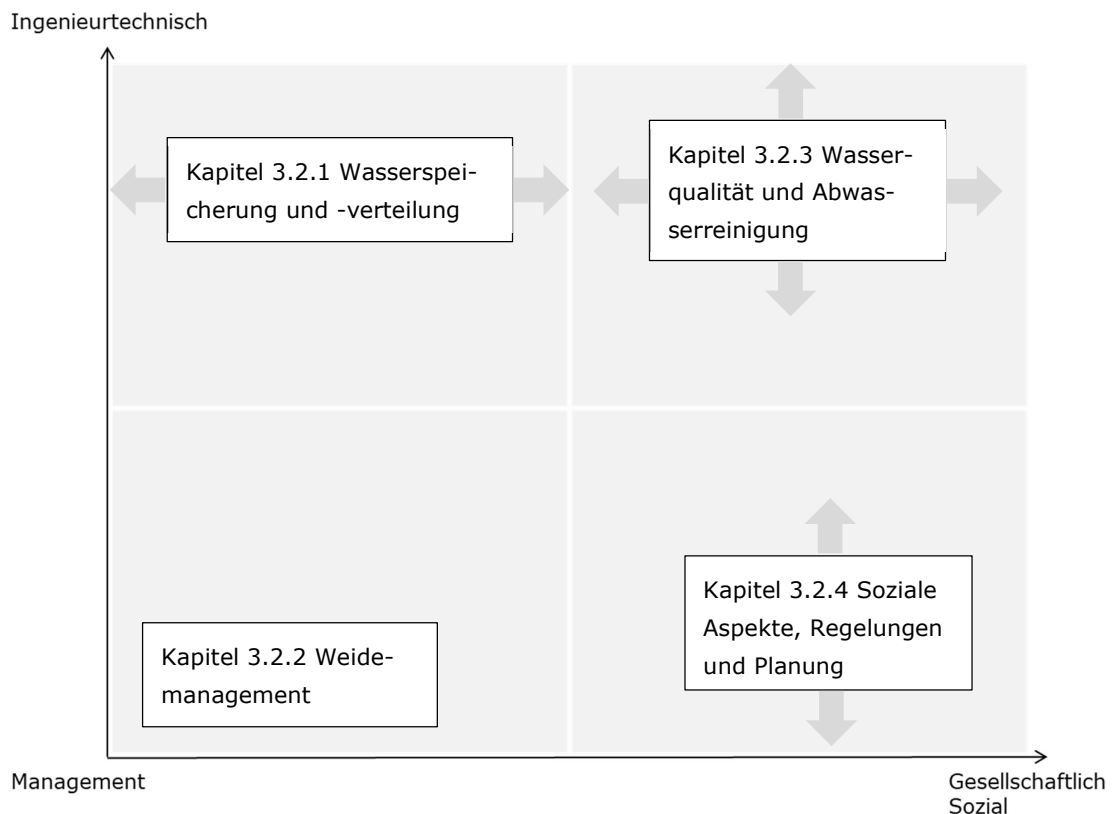
Eindeutige Strukturierung meistens schwierig	In den nächsten Kapiteln werden die gesammelten Lösungen vorgestellt. Eine klare Einteilung der Projekte und Erkenntnisse in ausgewählte Themen ist nicht immer möglich. Die Lösung eines einzelnen Problems besteht häufig aus mehreren Elementen. Auf Grundlage der geführten Austausche und der gewonnenen Erkenntnisse wurde die unterstehende Abbildung 1 abgeleitet. – Ganz links befinden sich die technischen Lösungen: Oben die «Ingenieurtechnischen» Lösungen, wie zum Beispiel neue Wasserfassungen, Wasserpumpen, Speicherseen, u.s.w. Unten auf der vertikalen Achse
---	---

befinden sich die die «Management-technischen» Lösungen: Agronomische Lösungen wie das Weidemanagement.

- Die «Management-technischen»-Lösungen können durch «gesellschaftlich-soziale» Aspekte (Regelwerke und Abmachungen) ergänzt werden. Diese würden sich in der Abbildung ganz rechts unten befinden.
- Oben rechts sind die ingenieur-technischen Lösungen mit gesellschaftlicher und sozialer Relevanz verortet. Ihr Ursprung liegt zunächst im wissenschaftlichen Bereich – etwa in der Erkenntnis, dass der Schutz der Wasserqualität zwingend notwendig ist. Solche Lösungen sollen jedoch nicht nur fachlich anerkannt werden, sondern müssen auch gesellschaftlich akzeptiert und vielfach aktiv gefördert werden. Ein Beispiel dafür ist der breite Konsens über die Notwendigkeit, Abwasserreinigungsanlagen zu installieren, um Gewässer und Umwelt nachhaltig zu schützen.

Die Kapitel wurden den Quadranten zugeordnet, wobei die gewählte Position indikativ ist. In den folgenden Kapiteln werden die Massnahmen und Projekte beschrieben; im Anschluss wird die Strukturierung nochmals etwas detaillierter erklärt.

Abbildung 1: Strukturierung der Massnahmen



3.2.1 Wasserspeicherung und -verteilung

Regen statt Schnee im Winter

Eine der Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, ist die Verschiebung der Niederschläge in den Winter, verbunden mit steigenden Temperaturen. Dabei fällt vermehrt Regen statt Schnee – wodurch der Schnee als natürlicher **Wasserspeicher** zunehmend verloren geht. Eine konsistente Schneedecke, die im Frühjahr langsam schmilzt, ermöglicht es, den Boden gleichmäßig und kontinuierlich mit Wasser zu versorgen. Wenn die Niederschläge im Winter zukünftig vermehrt als Regen fallen, wird es immer wichtiger, das Wasser in den Almen und Alpen auf alternative, «künstliche» Weise zu speichern.

Speicherseen

Neukonzipierung eines historischen Systems

Speicherseen wurden in Karstgebieten bereits seit langer Zeit, mit **Lehm- und Blattschichten** gebaut [24]. Die Schichten wurden durch das Treten des Viehs verdichtet. Der Grossteil dieser historischen Infrastrukturen sind immer noch im Einsatz [25]. Die traditionelle Nutzweise ist jedoch mit einem Hygienierisiko verbunden, weshalb die neu angelegten Speicherteiche heute für das Vieh unzugänglich eingezäunt werden. Anstelle eines direkten Zugangs für das Vieh versorgen die Speicherseen separate Tränken mit Wasser [24]. Neue Speicherseen werden mittels widerstandsfähiger Folien erbaut. Bei «natürlichen Speicherseen» («pozza naturalistica») wird wenn möglich, d.h. bei genügend verdichtetem Boden, auf die Folien verzichtet [24].

Bei heutigen Projekten wird die **Umweltauswirkung** der Bauten beurteilt. Insbesondere wird durch die Begrünung der Ufer ein Mehrwert für die wasserliebende Flora und Fauna angestrebt [26].

Projekte

Ein konkretes Beispielprojekt zum Thema Speicherseen ist auf der genannten Internetseite [9] aufgeführt:

- Es handelt sich um das Projekt auf der «Malga Valli di Trambileno» in der Autonomen Provinz Trentino (Italien). Im Rahmen dieses Projekts wurde ein bestehender Speichersee von Sedimenten befreit und neu abgedichtet. Zudem wurde ein neues Tränkesystem installiert, das verhindert, dass die Tiere direkt in den See gelangen. Dadurch wird einerseits die Wasserqualität erhalten und andererseits einer Verunreinigung durch Tierkontakt vorgebeugt.

Wasserpumpen

Bei mehreren Projekten war es erforderlich, aufgrund einer kontinuierlichen Verringerung der Quellenergiekapazität einzugreifen. Dabei wird häufig eine Technologie eingesetzt, die ihren Ursprung in der Geschichte hat [27]: Die **hydraulische Wasserpumpe** (genannt «Widder»). Diese pumpt Wasser von einem tiefen Standort zu einem höheren Standort, ohne Bedarf an Fremdenergie, sondern nur durch die Schwerkraft und das Gefälle. Das Projekt hat gezeigt, dass diese Technologie, dank ihrer Funktionsweise ohne Strombedarf, immer noch häufig und erfolgreich eingesetzt wird, wobei die heutigen Modelle sehr effizient

arbeiten und eine Förderhöhe von bis zu 500 m erreichen können. Für die Alm- und Alpwirtschaft geeignet und häufig eingebaut sind auch **Solarpumpen**.

Projekte

Folgende Projekte sind zum Thema Wasserpumpen gesammelt worden [9]:

- Im Gebiet der Malixer Alpen (Kanton Graubünden, Schweiz) wurde aufgrund der ungenügenden Wasserverfügbarkeit und -qualität auf einer Alp eine hydraulische Wasserpumpe eingebaut. Ca. 500 Höhenmeter tiefer ist eine sehr ergiebige Quelle vorhanden, welche eine Siedlung mit Trinkwasser versorgt. Die Alpwirtschaft darf neu das Überwasser der Quelle nutzen. Dafür musste ein schriftlicher Vertrag ausgehandelt werden (Beispiel von gemeinsamer Nutzung, siehe Kapitel 3.2.4).
- In der gleichen Region (Kanton Graubünden, Schweiz), auf den Untervatzer Alpen, wurde ebenfalls eine Vereinbarung abgeschlossen zur Nutzung einer Quelle auf dem Territorium der Nachbargemeinde. Für ein Teilgebiet der Alp musste Wasser von weiter unten hochgepumpt werden. Als Innovation war eine Lösung mittels hydraulischem Widder geplant. Dies musste jedoch wegen zu geringem Wasserzufluss verworfen werden. Schliesslich wurde eine Lösung mit einer elektrischen Pumpe erstellt.
- Im Kanton St. Gallen (Schweiz), wurden zwei Almen und Alpen mit elektrischen Pumpen (Alp Eichenwieser Schwamm), respektive Solarwasserpumpen (Säntisalp) ausgestattet. Neben der Alp Eichenwieser Schwamm befindet sich eine EW-Trafostation, von der aus der für die elektrische Pumpe benötigte Strom bezogen wird. Das Gebiet der Säntisalp ist nicht elektrisch erschlossen, daher wurde für die Alp eine Solarpumpen Lösung gewählt.
- Auf der Haaralm im deutschen Bundesland Bayern wurde ein hydraulischer Widder installiert, um Wasser in Hochbehälter zu pumpen und damit über neue Wasserleitungen verschiedene Tränken im gesamten Weidegebiet zu versorgen. Die Wasserverfügbarkeit auf den Weiden ist entscheidend für ein optimales Weidemanagement (siehe Kapitel 3.2.2).

Wasserretention

Es gibt auch Massnahmen, die es ermöglichen, die **Speicherung im Boden** zu verbessern. Diese werden im Moment vor allem im Tal eingesetzt, könnten aber auch Projekte im Alm- und Alpgebiet inspirieren. Durch eine gezielte Gestaltung der Felder in geeigneter Hangrichtung (waagrecht statt senkrecht), an dessen Ränder Sträucher und Bäume gepflanzt und mit Wasserrückhaltegräben versehen werden, kann **der Wasserfluss an einem Hang verlangsamt** werden. Diese Methode nennt sich *Keyline Design*. Im Alpenraum gibt es dazu verschiedene Projekte.

Folgende Projekte sind zum Thema Wasserretention gesammelt worden [9]:

Projekte

- Ein in der Projektsammlung beschriebenes Vorhaben im Kanton Obwalden (Schweiz) zielt darauf ab, den Wasserabfluss am Hang zu verlangsamen. Ausgangspunkt ist ein alter, stark ausgewaschener alpinerner

Erschliessungsweg, der zwei Gebäude verbindet und durch ein Gebiet mit Flach- und Hochmooren führt, die mit Mahd gepflegt werden müssen. Der Weg leitet derzeit viel Hangwasser ab, das auch in Trockenperioden nicht vollständig austrocknet. Ziel des Projekts ist es, das Wasser entlang des Weges zu sammeln und möglichst breitflächig in die tieferliegenden Flächen zu leiten. Dadurch soll die Bodenfeuchte erhalten und Erosion durch konzentrierten Abfluss bei Starkregen vermieden werden. Die Umsetzung gestaltet sich jedoch aufgrund von Interessenskonflikten im Baubewilligungsverfahren als anspruchsvoll (siehe Kapitel 3.2.4).

- Ein weiteres Projekt, wurde an der Fachtagung der Arge Alp am 24. Oktober beschrieben [28]. Das Projekt ist im Val Lumnezia im Kanton Graubünden (Schweiz) geplant. Die Flächen befinden sich auf 1600 m.ü.M. und die Weiden leiden immer öfter an Sommertrockenheit. Es ist ein 2-teiliges Weihersystem geplant, das verschiedene Funktionen haben wird: Es wird der Landwirtschaft als Wasserspeicher dienen, ein Biotop für Pflanzen und Tiere bieten, sowie ein Erholungsstandort für Menschen sein. Die Weiher erhöhen die Rückhaltekapazität und dienen der Grundwasserspeisung und der Vernässung der Böden.
- **Weitere Projekte und Informationen** zum Thema Wasserretention sind in den Quellen im Kapitel 5 angegeben [29]

Weitere Wasserversorgungssysteme

Einige Almen und Alpen haben keine eigenen Quellen und sind daher auf **Wasser aus Bächen** oder **Schneeansammlungen** angewiesen.

Projekte

Folgende Projekte sind zum Thema «weitere Wasserversorgungssysteme» gesammelt worden [9]:

- Auf der Alp Calanda (Kanton Graubünden, Schweiz) sind keine Quellen vorhanden. Sämtliches Wasser wird vom Schmelz- und Niederschlagswasser gewonnen und gespeichert. Bereits seit Jahrzehnten wird mittels einer Art Bachsperre der Schnee zurückgehalten. Das anfallende Schmelz- und Niederschlagswasser wird gefasst und in ein Reservoir geleitet. Das gespeicherte Wasser muss jeweils für eine Alpsaison ausreichen. Diese Anlagen wurden durch ein Projekt total erneuert und teilweise erweitert.
- Auf der Alp Nausgel (Kanton Graubünden, Schweiz) ist ebenfalls kaum Quellwasser im Weidegebiet vorhanden. Die Wasserfassung ist nur aus dem Bachtobel mittels Coandarechen möglich. Die Zuführung von Wasser über weite Strecken ist notwendig und die Wasserspeicherung erfolgt mittels grossen Reservoirs im Alpgebiet.

Einsparung durch Trennung von unterschiedlichen Qualitäten

Interessant ist auch die **Trennung des Trinkwassers vom «Industriewasser»**, die es ermöglicht, das Wasser gezielter und dementsprechend sparsamer einzusetzen.

Projekte

Dies wurde in einem Projekt auf der Alpe Crastumo Angone im Kanton Tessin (Schweiz) realisiert [9]. Diese Alp wurde im Video porträtiert, das im Rahmen des Projekts durch die Arge Alp erstellt wurde [30]. Die Alp befindet sich in der Nähe einer Feriensiedlung, die ebenfalls Wasser benötigt. Um die Wasserversorgung zu optimieren, wurde eine Lösung entwickelt, die sowohl die Bedürfnisse der Alpbewohner und Feriengäste berücksichtigt als auch Möglichkeiten zur Wassereinsparung durch die Trennung von Trinkwasser und «Industriewasser» bietet, z. B. für die Reinigung der Wartebereiche während des Melkens.

Stromproduktion

Ein weiteres technisches Thema ist die **Stromproduktion** mittels Kleinturbinen, die manchmal an die Erneuerung der Wasserversorgung geknüpft wird.

Projekte

Auf der Alp Tüls im Kanton St. Gallen (Schweiz) wird eine der Alphütten komplett erneuert [9]. In diesem Zusammenhang wird auch die bestehende, veraltete Wasserversorgung neu erstellt. Die Arbeiten umfassen die Neufassung der Quelle, den Einbau eines Brunnenschachtes und Reservoirs und die Neuverlegung der Druckleitung zur Alphütte. Da die Alphütte zum jetzigen Zeitpunkt über keine Elektrizitätsversorgung verfügt und die Quelle eine gute Schüttung aufweist, soll das Wasser mittels einer bei der Alphütte platzierten Kleinturbine zur Stromerzeugung im Inselbetrieb genutzt werden. Die erneuerte Wasserversorgung beliefert auch drei Weidebrunnen mit Wasser.

Weiterführende Informationen zur Wasserspeicherung und -verteilung

Nicht alle Informationen und Projekte, die im Rahmen des Projekts gesammelt wurden, lassen sich eindeutig den oben genannten Themen zuordnen. Weitere **Projekte und Informationen** zum Thema Wasserspeicherung und -verteilung sind daher in den Quellen im Kapitel 5 aufgeführt [31].

3.2.2 Weidemanagement

«Magisches Dreieck der Alm- und Alpwirtschaft»

Nachhaltige Nutzung

Die Wasserverfügbarkeit auf Almen und Alpen hat auch einen Einfluss auf die nachhaltige Nutzung und den Erhalt der Alm- und Alpweiden.

Durch den allgemeinen Temperaturanstieg häufen sich die Jahre, in denen das Erwachen der Vegetation im Frühjahr früher einsetzt [32]. In diesen Jahren sollte die Nutzung durch die Alm- und Alpwirtschaft ebenfalls früher beginnen. Dadurch kann die Alpwirtschaft das im Winter gefallene und im Boden gespeicherte Wasser besser nutzen. Durch ein striktes auf ein Datum abgestimmtes Alm- und Alpaufzug riskiert der oder die Älpler*in, eine schon veraltete Vegetation anzutreffen, die die Tiere nicht gerne fressen und eine tiefere Futterqualität aufweist. Eine **an die Vegetationsentwicklung angepasste Nutzung** dient der Futterqualität, der Tiergesundheit und der Produktion.

Die Gräser- und Kräuterzusammensetzung auf den Alm- und Alpweiden sollte auch während der Alm- und Alpsaison durch ein geeignetes Weidemanagement gepflegt werden. Die Lenkung des Viehs während der Alm- und Alpsaison erfolgt durch **Koppelweiden**, wobei die **Wasserverfügbarkeit** eine entscheidende Rolle spielt. Das Vieh weidet am liebsten dort, wo es auch Tränke- Stellen gibt. Weideabschnitte, die sich entfernt von Wasserstellen befinden, werden gemieden. Diese nicht genutzten Weiden werden von Sträuchern und Bäumen besiedelt. Auch aus der Perspektive der Produktion und der Klauengesundheit ist eine weitläufige Weide ohne Wasser ineffizient, denn die Tiere werden gezwungen weite Wege zu gehen, um zu den Wasserstellen zu gelangen.

Voraussetzung für den Erhalt der Alm- und Alpweiden ist der Einsatz einer an die Ertragsleistung der Weiden angepassten Anzahl von Weidetieren.

„Magisches
Dreieck der
Alm- und
Alpwirt-
schaft“

Die drei oben beschriebenen Massnahmen – der **rechtzeitige Auftrieb**, die **gezielte Weideführung** und die **an die Vegetation angepasste Tierzahl** – bilden das sogenannte «Magische Dreieck der Alm- und Alpwirtschaft», das am 24. Oktober 2024 von seinem Autor auf der Fachtagung präsentiert wurde [32].

Weidemanagement für verschiedene Vegetationstypen

Um die ökologischen Funktionen sowie eine gute Futterqualität zu erhalten, sollten die Weidestrategien von den unterschiedlichen Ausgangsfaktoren in einem Gebiet abhängig gemacht werden. Das Ausgangsgestein und der damit zusammenhängenden Wasserverfügbarkeit wirken sich beispielsweise stark auf die Vegetationszusammensetzung aus. Dies gilt es im Weidemanagement zu beachten. Je nach Vegetationstyp gibt es verschiedene Bewirtschaftungsstrategien. [33].

**Kalk
Böden**

Weiden, die sich auf Karbonatgesteinen befinden, haben ein eher **basisches Milieu**. Hier wachsen **blumenreiche Vegetationen** mit viel Kräutern und Leguminosen. Diese Weiden haben einen niedrigeren Ertrag, bieten jedoch eine gute Futterqualität. Aufgrund der Wasserdurchlässigkeit («Karst», siehe Kapitel 0), sind diese Weiden eher von Wassermangel betroffen. Bezogen auf das frühere Erwachen der Vegetation im Frühjahr und das Problem der Veralterung bei fixem Alpaufzug, sind diese Weiden jedoch weniger problematisch. Die Gräser und Kräuter auf Kalkmagerrasen bleiben auch in späteren Entwicklungsstadien zart und werden daher auch bei einer späteren Nutzung immer noch vom Vieh gefressen. Eine spätere Nutzung kann im Gegenteil sogar ökologische Vorteile bieten, da sie den Pflanzen genügend Zeit lässt, um Blüten- und Samenstände zu bilden. Dies ist besonders für die **Vermehrung einjähriger Pflanzen** wichtig.

**Silikat
Böden**

Anders verhält es sich bei karbonatfreien, mässig bis sehr stark sauren, nährstoffarmen Silikatböden. Diese Weiden sind von Natur aus **artenärmer**. Andererseits haben sie eine gute Wasserspeicherkapazität. Auf diesen Flächen ist meistens **Borstgras** (*Nardus stricta*) die dominante Art. Borstgras wird in späteren Entwicklungsstadien sehr zäh und wird darum von Vieh weitgehend gemieden. Bei Weiden mit verbreitetem Borstgrasbestand ist eine frühe Abweidung

wichtig, um eine Unternutzung zu vermeiden. Darüber hinaus gilt auch für Silikatböden: Strukturreiche, ausgewogen bewirtschaftete Bestände können auch hier 50 Pflanzenarten und mehr aufweisen.

Nutzung von Feuchtgebieten und Tümpeln

Auch bei der **Nutzung von Feuchtflächen** gilt es zwischen Gebieten mit Kalk- und Silikat- haltigen Böden zu unterscheiden. Der Untergrund von natürlichen Tümpeln oder Seen im Karstgebiet ist oft porös und durchlässig. Wenn Tiere die Tümpel als Tränke nutzen, verdichten sie dabei den Boden und die Feuchtfläche bleibt mit grösserer Wahrscheinlichkeit erhalten. Allerdings ist die Nutzung von Gewässern mit Tieren hygienisch nicht unbedenklich, weshalb eine Interessensabwägung abhängig vom lokalen Kontext notwendig ist. Silikathaltige Böden sind in der Regel dicht. In Kombination mit einer befestigten Tränkestelle wirkt sich eine Auszäunung des Gewässers positiv auf wassergebundene Lebewesen und die Gesundheit der Kühe aus.

Die Beweidung von Feuchtgebieten hängt ebenfalls von der jeweiligen Vegetation ab. Das Futter in Seggenrieden weist trotz gleichbleibend schlechter Futterqualität eine hohe Nutzungselastizität auf. Damit können sie gegen Ende der Alpperiode wertvolle Futterreserven bieten. Durch einen Nutzungsverzicht bis Mitte August bleibt auch die ökologische Funktion erhalten, eine frühe Bestosung ist allerdings sehr negativ zu bewerten. Ganz von der Nutzung ausgenommen werden sollten Flächen mit einem hohen Anteil an Torfmoosen (Übergangs- und Hochmoore).

Schlussfolgerungen Weidemanagement

Das Konzept des «magischen Dreiecks der Alm- und Alpwirtschaft» und die folgenden technischen Erläuterungen zeigen, dass ein angepasstes Management auch zur Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels beitragen kann.

Jeder und jede Alm- und Alpbewirtschafter*in sollte seine Alm- und Alpweiden kennen, damit sie an die Bodeneigenschaften und Vegetationstypen angepasst bewirtschaftet werden können. Unterschiede in den Vegetationstypen sollten in die **Weideplanung** integriert werden, um den sich während der Alm- und Alpsaison verändernden Klimabedingungen – wie dem frühen Erwachen der Vegetation, Sommertrockenheit und der Futterverfügbarkeit im Spätsommer – entgegenzuwirken oder diese sogar zu nutzen.

Nachhaltigkeit

Eine achtsame Nutzung hat zudem einen grossen Einfluss auf die **Resilienz des Pflanzenbestands** gegenüber den veränderten Klimabedingungen (Temperatur, Wasserverfügbarkeit) und sichert somit die langfristige Nutzbarkeit der Alm- und Alpweiden. Voraussetzung dafür sind gut ausgebildete Hirten und Alpbewirtschafter*innen, die die Flächen genau beobachten und darauf basierend entscheiden, welche Beweidungsstrategie sie anwenden.

Projekte

Folgende Projekte sind zum Thema „Weidemanagement“ gesammelt worden [9]:

- Die Alp Dias im österreichischen Bundesland Tirol hat ein Projekt realisiert, das zum Ziel hatte, die Beweidung eines Sektors der Alp zu fördern

und somit der Verbuschung entgegenzuwirken. Tränkwasser war bisher nahezu ausschliesslich über die vorkommenden Gewässerläufe verfügbar, was für die Milchkühe oft weite Wege verursachte, welche sich nachteilig auf die Klauengesundheit und auf die Milchleistung auswirkte. Im Rahmen des Projekts wurden 28 zusätzliche Tränkestellen in Form von mobilen Wassertrögen geschaffen, die an die im Boden verlegten Wasserleitungen angeschlossen wurden. Die Tröge sind mit Schwimmern ausgestattet, um einen Wasserverlust zu verhindern und die Bildung von Nassstellen rund um die Tränkestellen zu vermeiden.

- Die Haaralm im deutschen Bundesland Bayern ist eine schwer zu bewirtschaftende, steile Alm mit grossen Borstgrasflächen. Zur Verbesserung der Futterqualität und zum Entgegenwirken der Verbuschung, die zum Verlust von Weideflächen führt, wird seit 2012 das «magische Dreieck der Alm- und Alpwirtschaft» angewendet.
- **Weitere Projekte und Informationen** zum Thema Weidemanagement sind in den Quellen im Kapitel 5 angegeben [34]

3.2.3 Wasserqualität und Abwasserreinigung

Wasserqualität

Hohe Ansprüche	Wasser wird auf Almen und Alpen in grosser Quantität benötigt (siehe Kapitel 3.1.3), aber auch in genügend guter Qualität. Als Erstnutzer von «Bergwasser» befindet sich die Alm- und Alpwirtschaft in einer privilegierten Position, was die Wasserqualität betrifft (siehe Kapitel 3.1.1). Dennoch: Einzugsgebiete von Quellen und Fliessgewässer sind grossräumig [13] und Kontaminationen auch in sehr abgelegenen Standorten nicht komplett auszuschliessen. Vor allem bei gleichzeitig hohen hygienischen Ansprüchen.
Tränkwasser	Weidetiere können direkt aus natürlichen Gewässern trinken. Dennoch haben die Austausche ergeben, dass bei der Errichtung von Wasserspeichersystemen zur Tierversorgung verstärkt auf die Wasserqualität geachtet werden muss. Insbesondere trinken die Tiere nicht mehr direkt aus den angelegten Speicherteichen; diese werden stattdessen mit separaten Trögen verbunden (siehe Kapitel 3.2.1). Das Wachstum von Mikroorganismen und Algen im Wasser kann zudem durch das Vergraben von Wasserreservoirs (Wassertanks) im Boden gehemmt werden, da der Lichtmangel und die niedrigeren Temperaturen das Wachstum ungünstig beeinflussen.
Käse Herstellung	Die Verfügbarkeit von genügend und sauberem Wasser ist ein zentrales Bedürfnis von Sennalpen und -almen . Milch besteht zu 90% aus Wasser, zur Käseherstellung werden zusätzlich 1 Liter Wasser pro Liter Milch verbraucht. Dazu muss der Verbrauch für den Melkstand und der persönliche Verbrauch des Alp-personals berechnet werden [21]. Käse entsteht unter anderem durch das präzise Zusammenspiel von Mikroorganismen, weshalb die Verfügbarkeit und

Qualität von Wasser entscheidend sind, um optimale Hygienebedingungen zu gewährleisten.

Tourismus Der Tourismus ist der dritte Nutzer von hochwertigem Wasser. In den Alpen, wo **agrartouristische Angebote** bestehen («Almsommer»), ist die Verfügbarkeit von qualitativ sicherem Wasser unerlässlich.

Almen und Alpen, die Verpflegungs- oder Unterkunftsangebote bereitstellen, sind verpflichtet, hohe hygienische Anforderungen zu erfüllen, obwohl sie sich in abgelegene Standorte befinden [35].

Projekte Vermehrt wird auf Almen und Alpen auch die Technik der **UV-Behandlung** eingesetzt, bei der ultraviolettes Licht genutzt wird, um Bakterien, Viren und Mikroorganismen im Wasser abzutöten. Diese Technologie verbessert die Trinkwasserqualität, indem sie pathogene Keime inaktiviert, ohne den Einsatz von Chemikalien. UV-Desinfektionssysteme sind umweltfreundlich, effizient und kommen bereits weltweit in Wasserversorgungsanlagen zum Einsatz.

- Weitere Projekte und Informationen zum Thema Wasserqualität sind in den Quellen im Kapitel 5 angegeben [36]

Abwasserreinigung

Hohe Ansprüche an die Wasserqualität erfordern auch eine entsprechende Abwasserreinigung. Insbesondere Sennalmen- und Alpen, sowie Almen und Alpen mit agrartouristischen Angeboten sind gefordert.

Die **Sennalmen- und Alpen** müssen sich oft wegen der Ansammlung der Schotte aus der Käseherstellung besonders mit diesem Problem auseinandersetzen. Da die Schottenverwertung oft mit Schweinen gemacht wird, stellt das Auftreten der Afrikanischen Schweinepest eine neue Herausforderung für die Schweinehaltung dar. Daher könnten funktionierende Systeme für eine ökologisch gerechte Entsorgung von Schotte noch stärker an Bedeutung gewinnen.

Agrartouristische Almen und Alpen sind aufgrund der Abwasseransammlung aus den menschlichen Aktivitäten (Küche, Sanitäranlagen) auf wirksame Abwasserreinigungssysteme angewiesen.

Umsetzung Die Umsetzung dieser Aufgabe in einem schwer erreichbaren Berggebiet, das oft nicht an Stromleitungen angeschlossen ist, gestaltet sich jedoch oft als herausfordernd.

Projekte Die Sammlung präsentiert einige Projekte mit Imhofftanks kombiniert mit Pflanzenkläranlagen und Stromunabhängige Kleinkläranlagen [9].

- Die «Malga Fossernica di Dentro» in der Autonomen Provinz Trentino (Italien) ist eine Alm oder Alp mit agrotouristischem Angebot. Die durchschnittliche tägliche Besucherzahl beträgt 100-110 Menschen. Hier wurde ein Zweistufensystem aus einem **Imhofftank** kombiniert mit einer Pflanzenkläranlage realisiert. Das Ziel der **Pflanzenkläranlage** ist, den Gehalt an organischen Stoffen und Nitrat des Wassers aus dem Imhofftank vor der Einleitung in den nächstgelegenen natürlichen

Auffangbehälter so weit wie möglich zu reduzieren. Die Installation wurde im Voraus mit der Umweltschutzbehörde der Provinz vereinbart.

- Auch auf der «Malga Valtrighetta», ebenfalls in der Autonomen Provinz Trentino (Italien) gelegen, wurde ein Imhofftank mit anschliessender Pflanzenkläranlage gebaut. In diesem Fall wird das Abwasser von einer **Alm- oder Alpkäserei** behandelt und zusätzlich von einem Gasthaus. Es handelt sich um ein hybrides System mit einer Kombination von Zellen zur Erhöhung der Reinigungsleistung.
- Weitere Projekte und Informationen zum Thema Abwasserreinigung sind in den Quellen im Kapitel 5 angegeben [37]

Synergien zwischen Alm- und Alpwirtschaft und Tourismus

Ein wichtiges und sehr interessantes Kapitel ist zudem eine mögliche **Zusammenarbeit zwischen den Schutzhütten und Almen** im Alpinen Gelände [35]. Schutzhütten befinden sich in noch alpinen Gebieten und beherbergen jedes Jahr hunderte Menschen. Die Alpenvereine haben im Laufe der Jahrzehnte ein sehr grosses Wissen über Möglichkeiten zur Abwasserreinigung in schwer erreichbarem Gelände gesammelt. Beispiele aus der Sammlung stellen eine gute Zusammenarbeit zwischen Alpenverbänden (Bergtourismus) und Alm- und Alpwirtschaft dar.

Projekte

Hierzu beinhaltet die Projektsammlung zwei interessante Projekte zur Abwasserbehandlung in sensibler Lage bei einem Alpsee [9].

- Die Tappenkarseehütte ist eine beliebte **Schutzhütte** des Österreichischen Alpenvereins mit 55 Schlafplätzen. Die attraktive Hütte wird stark von Tagesgästen frequentiert. Rund 80 Meter unterhalb der Hütte liegt der Tappenkarsee. Der Alpenverein hat zur Abwasserreinigung eine Kleinkläranlage mit verschiedenen Stufen (Grobstoffabscheider, mechanische Vorreinigung in mehrere Kammern, biologische Stufe) für 141 Einwohnerwerte eingerichtet. Das System läuft ohne Fremdenergie und ist einfach zu bedienen.
- Die Tappenkaralmhütte ist ein **landwirtschaftlicher Almbetrieb** mit Gästebewirtung. Für Gäste stehen 50 Sitzplätze zur Verfügung, die bei schönem Wetter mehrmals täglich von verschiedenen Gästen genutzt werden. Die Hütte liegt unmittelbar am Tappenkarsee. Die Abwässer der Bewohner und der Tagesgäste dürfen nicht zu einer Eutrophierung des Tappenkarsees führen. Daher werden sie auch hier mittels verschiedenen Stufen gereinigt. Das Projekt kann von den Erfahrungen des Projekts bei der Tappenkarseehütte profitieren.

Schulung des Alm- und Alppersonals

Verantwortung und Fachwissen

Die **Verantwortung** in Bezug auf Hygiene und Lebensmittelsicherheit bei einem Angebot von Trinkwasser auf Almen und Alpen ist den Alm- und Alpbetreiber*innen nicht immer bewusst. Zudem ist der **Betrieb und der Unterhalt** von Trinkwasser- und Abwasserentsorgungsanlagen nicht immer einfach.

Einerseits ist es wichtig, dass der Betrieb solcher Anlagen ohne Expertenwissen machbar ist [35]. Andererseits müssen diese beiden Themen durch Schulungsveranstaltungen für die Bewirtschafter*innen von Almen und Alpen sowie durch die Integration in den Lehrplan der Landwirtschaftsschulen angegangen werden. Das Land Salzburg hat bereits ein entsprechendes Schulungsprogramm zu dieser Thematik gestartet.

3.2.4 Soziale Aspekte, Regelungen und Planung

Gemeinsame Nutzung

Verschiedene Akteuren	Einige der gesammelten Beispiele haben das Thema der gemeinsamen Nutzung des verfügbaren Wassers hervorgebracht. Wo es genügend Wasser hat, gibt es keine Konflikte. In einigen Fällen wurden die Akteure jedoch gezwungen, sich zusammenzuschliessen, um das zunehmend knapp verfügbare Wasser aufzuteilen. Es gibt Beispiele der gemeinsamen Nutzung durch verschiedene Akteure im Berggebiet, also mit Schutzhütten oder privaten Liegenschaften . All diese gemeinsamen Nutzungen erfordern die Einigung verschiedener Akteure mit unterschiedlichen Bedürfnissen und die Unterzeichnung von Vereinbarungen .
Projekte	In verschiedenen Projekten wurden gemeinsame Lösungen zwischen verschiedenen Akteuren gefunden und realisiert [9]: – In einem Fall darf eine Alm oder Alp das Überwasser einer Quelfassung einer Siedlung benutzen (siehe Beispiel Malixer Alpen (Schweiz), Kapitel 3.2.1 unter dem Titel «Wasserpumpen» [9]). – Auch auf den Taminser Alpen (Kanton Graubünden, Schweiz) mussten sich verschiedene Akteure, hier die Alm- und Alpwirtschaft und eine Schutzhütte des Schweizer Alpen Clubs (SAC), über die Wassernutzung einigen. Das vorhandene Wasser muss für die Tränkeanlagen der Alm oder Alp genügen, für die Energieversorgung der Alm oder Alp (Stromproduktion mit Wasserturbine), sowie für die SAC-Hütte. Unter anderem wurden die Wassernetze zwischen Trink- und Tränkewasser getrennt und es wurde zum sparsamen Umgang mit dem Wasser sensibilisiert (Alm- oder Alpbetrieb und SAC-Hütte). Für die gemeinsame Nutzung des Wassers wurden Vereinbarungen zwischen dem SAC und der Alpgenossenschaft ausgearbeitet (wer darf wann wie viel Wasser nutzen). – Die Kallbrunnalpen im Land Salzburg (Österreich) verfügten jeweils eine Einzelwasserversorgungsanlage. Diese fielen jedoch in Trockenzeiten aus. Es gab eine bessere Quelle, die aber nicht gemeinschaftlich genutzt wurde. Die Herausforderung war, dem Nutzer dieser Quelle eine gemeinschaftliche Nutzung naheulegen und die Wasserversorgung für eine ganze Genossenschaft zu verbessern. Dafür wurde die Quelle auf Kosten der Genossenschaft neu gefasst. – Auf den Untervatzer Alpen (Kanton Graubünden, Schweiz), wurde eine Vereinbarung abgeschlossen zur Nutzung einer Quelle auf dem

Territorium der Nachbargemeinde (siehe Beispiel Untervatzer Alpen, Kapitel 3.2.1 unter dem Titel «Wasserpumpen» [9]).

Nutzungspriorisierung

Zwei der kontaktierten Regionen leiden bereits so stark unter Wassermangel, dass Projekte unter Einbeziehung verschiedener Stakeholder ins Leben gerufen wurden. Es handelt sich um die Schweizer Kantone Jura (Karstgebiet) und Wallis (regenarmes Gebiet) (siehe Kapitel 0).

Es handelt sich um **umfangreiche Projekte**, in denen versucht wird, die Bedürfnisse aller Stakeholder zu berücksichtigen und zu erfüllen. Zudem werden im Vorfeld **Regeln für die Wassernutzung** bei akutem Wassermangel festgelegt (Nutzungspriorisierung).

Interessensabwägung bei Bauprojekten

Bewilligungsverfahren

Ein weiterer sozialer Aspekt ist die Abwägung der Bedürfnisse verschiedener Interessensvertreter bei **Bauprojekten**. Oft befinden sich Almen und Alpen in besonders wertvollen und schützenswerten Landschaften. Gleichzeitig leistet die Alm- und Alpwirtschaft einen wichtigen Beitrag zur Qualität der alpinen Landschaft. Die **Abwägung** zwischen den Bedürfnissen kann kompliziert sein und viel Energie in Anspruch nehmen.

Umweltrechtliche Rahmenbedingungen

Die Nutzung von Wasser unterliegt einer Reihe von Regeln und Normen [38]: Es gibt internationale Gesetze und Richtlinien, die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union¹, die den rechtlichen Rahmen für die Wasserpolitik der EU vereinheitlichen soll und darauf abzielt, diese Politik stärker auf eine nachhaltige und umweltverträgliche Wassernutzung auszurichten, sowie nationale, regionale und kommunale Gesetze. Diese **Umweltrechtlichen Rahmenbedingungen** regeln die Nutzung des Wassers, den Schutz der Gewässer und den Schutz der Natur. Einige Schutzziele dienen dem Schutz des menschlichen Verbrauchs, wie zum Beispiel Quell- und Grundwasserschutzzonen. Andere Ziele, wie zum Beispiel der Schutz von Biotopen und Inventaren, dienen dem Erhalt seltener und sensibler Ökosysteme; wobei die menschlichen Bedürfnisse und der Schutz der Ökosysteme eng miteinander verknüpft sind (siehe Kapitel 3.1.1).

Lösungsansätze

Nachhaltige Lösungen erfordern ganzheitliche Analysen, innovative Ansätze und die **Kooperation** zwischen verschiedenen Interessensgruppen. Um die Komplexität von Technik, Regelungen und sozialen Aspekten erfolgreich zu bewältigen, ist es wichtig, **frühzeitig Spezialisten einzubeziehen**.

Weiterführende Informationen zu sozialen Aspekten

Unter den sozialen Aspekten sei auch auf Organisationen, Netzwerke und Arbeitsgruppen hingewiesen, die sich mit dem Thema Wassermanagement auf

¹ [Wasser in angemessener Güte in Europa \(Gewässerschutz-Richtlinie\) | EUR-Lex](#)

Almen und Alpen befassen. Angaben zu diesen Organisationen und weitere Informationen zu sozialen Aspekten sind in den Quellen im Kapitel 5 aufgeführt [39].

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Ein geschärftes Bewusstsein und gezielte Präventionsmassnahmen sind zentrale Voraussetzungen für ein zukunftsfähiges Wassermanagement – beide Themen verdienen daher mehr Aufmerksamkeit.

Es ist ein deutliches Interesse am Thema spürbar, wenn man mit Fachpersonen aus verschiedenen Ländern und Regionen spricht. Derzeit laufen mehrere Projekte mit ähnlichen Schwerpunkten oder wurden kürzlich gestartet. Das Forum «Nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft»² widmet beispielsweise eine Arbeitsgruppe dem Thema Wassermanagement in Sömmerungsgebieten. Ein weiteres relevantes Projekt ist das Interreg-Projekt ACLIMO³ das darauf abzielt, das Bewusstsein der regionalen Akteure und der Öffentlichkeit für die Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel zu schärfen. Es fördert bewährte Praktiken und unterstützt nachhaltiges Verhalten im Alltag. Gleichzeitig sollen die Auswirkungen des Klimawandels auf empfindliche Lebensräume und Arten im Alpenraum analysiert und die Kenntnisse über die Wasserverfügbarkeit durch ein gemeinsames Modellierungsinstrument auf Basis von Satellitendaten verbessert werden. Darüber hinaus sind Massnahmen zur Erhöhung der Resilienz aquatischer Lebensräume und Feuchtgebiete vorgesehen.

Das **Bewusstsein** für die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen variiert jedoch stark je nach Region. Almen und Alpen in Karstgebieten kämpfen oft schon seit langem mit Wasserknappheit und haben entsprechende Strategien entwickelt, um damit umzugehen. In solchen Regionen sind die verschiedenen Akteure und Akteurinnen bereits stark für das Thema sensibilisiert und ergreifen häufig Massnahmen, um Wasser zu sparen oder Abflüsse zu speichern.

In einigen Regionen haben sich die Bedingungen in den vergangenen Jahren spürbar weiter verschärft. Dies führt dazu, dass bestehende Massnahmen zur **Wasserversorgung** – insbesondere in extremen Jahren – **nicht mehr ausreichen**. So berichten Kontaktpersonen aus Trentino beispielsweise, dass einzelne Alpen bereits stark von Wassermangel betroffen sind und Anpassungen in der Nutzung notwendig wurden. In einigen Fällen erfolgte ein Wechsel von Milch- auf Rindviehhaltung oder von Rindvieh auf Schaf- und Ziegenhaltung.

Gleichzeitig gibt es auch niederschlagsreiche Gebiete, die bislang kaum von Wasserknappheit betroffen sind und voraussichtlich auch in Zukunft weniger Probleme in dieser Hinsicht haben werden. Dennoch nimmt auch in diesen Regionen die Bedrohung der Alp- und Almwirtschaft durch Extremniederschläge zu. Fachpersonen weisen darauf hin, dass es vermehrt zu Verlusten nutzbarer Flächen durch übertretende Bäche oder Murgänge kommen könnte.

Zusammenfassend lässt sich aus den Gesprächen mit Kontaktpersonen aus den Arge-Alp-Regionen feststellen, dass bislang vor allem auf akute Wasserprobleme reagiert wurde. Zeichnet sich ein Wassermangel ab – etwa durch das Versiegen einer Quelle oder nach Extremsommern wie in den Jahren 2003 und 2018 – wird versucht, mit technischen Lösungen kurzfristig gegenzusteuern. Dazu zählen das Verlegen neuer Leitungen, das Erschliessen zusätzlicher Quellen oder der Bau von Wasserspeichern. Diese Massnahmen sind jedoch grösstenteils **reaktiv und nicht in ein vorausschauendes, strategisches Wassermanagement** eingebettet. Aus Sicht

² [Forum nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft - Agripedia](#)

³ [ACLIMO | Alcotra 2021 - 2027](#)

der Autor*innen dieses Berichts ist dies auf Dauer nicht zielführend und sollte zu einem **Umdenken** auf allen Ebenen führen – sozial, politisch, wissenschaftlich und administrativ.

Aktuelle und zukünftige Massnahmen im Wassermanagement

Zur Bewältigung der bestehenden Herausforderungen im Wassermanagement werden derzeit vor allem kurzfristige, technische Lösungen eingesetzt. Im Rahmen des ArgeAlp-Projekts, das 2024 vom Kanton Tessin initiiert wurde, wurde jedoch gezielt nach zukunftsorientierten Ansätzen gesucht. Dabei konnten durchaus auch innovative Lösungen und beispielhafte Projekte identifiziert werden. Diese Projektbeispiele sollen zur Inspiration dienen: Sie zeigen bereits realisierte Lösungsansätze für das Wassermanagement auf Almen und Alpen auf. Dabei ist zu berücksichtigen, dass jede Alm und jede Alp individuelle Gegebenheiten und Besonderheiten aufweist. Entsprechend müssen die Massnahmen stets an die jeweiligen standortspezifischen Bedingungen angepasst werden.

Abbildung 2 veranschaulicht verschiedene mögliche Herangehensweisen, die entweder einzeln oder kombiniert angewendet werden können. Die dargestellten Ansätze sind entlang zweier Dimensionen eingeordnet: Auf der Y-Achse verläuft die Skala von Managementlösungen hin zu ingenieurtechnischen Lösungen, während die X-Achse den Übergang von rein technischen zu gesellschaftlich-sozialen Lösungen abbildet.

Abbildung 2: Strukturierung der Projekte



Es sollte jedoch geprüft werden, ob es nicht sinnvoll wäre, ergänzend nach weiteren Lösungsansätzen zu suchen, die langfristig nachhaltiger und wirtschaftlicher sind. Dabei kann auf den zahlreichen Ansätzen aufgebaut werden, auf die in diesem Bericht hingewiesen wird und mit

denen den zunehmenden Herausforderungen des Klimawandels im Alpenraum begegnet werden kann – insbesondere solchen, die bisher nur wenig genutzt wurden.

Dazu zählen Massnahmen im Vegetations- und Weidemanagement sowie die Wiederentdeckung und Weiterentwicklung traditioneller Systeme wie Waldweiden und Suonen (historische Bewässerungskanäle, Vorläufer moderner Keyline-Designs). Eine Kombination von Waldweiden mit klimaresistenten Tierarten könnte neue Wege für eine nachhaltige Nutzung von Alpflächen eröffnen. Das gezielte Pflanzen standortgerechter, hitze- und trockenheitstoleranter Bäume kann nicht nur die Futtervielfalt erhöhen, sondern auch die Bodenstruktur sowie die Wasserspeicherfähigkeit verbessern. In diesem Bereich besteht weiterhin erheblicher Forschungsbedarf, und es sollten gezielt Rahmenbedingungen für die Umsetzung innovativer Ansätze geschaffen werden.

Ausblick

Grundsätzlich herrscht Konsens darüber, dass die Herausforderungen im Bereich des Wassermanagements in Sömmerungsgebieten zunehmen werden.

Als erster Schritt empfiehlt es sich, den Wasserbedarf des Sömmerungsbetriebs frühzeitig zu analysieren und die Schüttmengen der Wasserquellen kontinuierlich zu überwachen. Forschende der HAFL haben ein spezielles Programm zur Wasserbilanzierung entwickelt, das auf die Bedürfnisse von Sömmerungsbetrieben zugeschnitten ist [40]. Darüber hinaus werden zahlreiche Klimaprognosemodelle erarbeitet. Mithilfe von Klimaszenarien lässt sich beispielsweise die zukünftige Wasserversorgung der Alm- und Alpbetriebe abschätzen. Diese Informationen können als Grundlage für wichtige Entscheidungen dienen, um bereits heute zusätzliche Wasserspeicher zu planen, Kooperationen zwischen Alpbetrieben zu fördern und andere Massnahmen umzusetzen, die eine nachhaltige Wasserversorgung auch in der Zukunft sichern.

Für ein Wasserversorgungsprojekt im Sömmerungsgebiet sollte man etwa drei bis fünf Jahre einplanen, da der Planungs- und oft auch der Umsetzungsaufwand beträchtlich ist. Neben der Bedarfsanalyse gibt es noch einige weitere grundlegende Fragen, die frühzeitig geklärt werden sollten:

- Gibt es in der Umgebung weitere Almen und Alpen, die ihre Wasserversorgung sanieren müssen? Können sinnvolle Synergien geschaffen werden?
- Gibt es möglicherweise im Nachbargebiet einen Überschuss an Wasser?
- Welche Wasserressourcen stehen zur Verfügung?
- Muss Wasser gepumpt werden und ist dafür eine Stromversorgung notwendig?
- Kann das Wasser mehrfach verwendet werden (z. B. zur Stromproduktion)?
- Sind sensible Biotope betroffen (z. B. Quellfluren, Hoch- oder Flachmoore)?
- Benötigt meine Wasserfassung Grundwasserschutzzonen?

Gleichzeitig dienen Klimaszenarien und Prognosemodelle dazu, Gefahrenzonen für Starkregenereignisse zu identifizieren und gezielte Massnahmen zur Risikominimierung zu entwickeln. Ziel sollte es sein, diese sensiblen Gebiete nicht nur als potenzielle Risikozonen zu betrachten, sondern sie gezielt als Teil der Lösung zukünftiger Herausforderungen einzubeziehen.

5 Quellen und weiterführende Informationen

- [1] Dr. Massimiliano Zappa, WSL, Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung
- [2] European Environment Agency, ESA, 11.10.2024, [Extreme weather: floods, droughts and heatwaves](#)
- [3] Bundesamt für Umwelt, BAFU, 2021, Hydrologische Szenarien Hydro-CH2018, Schweizer Gewässer im Klimawandel
- [4] Klimawandel: Herausforderungen für die Alpwirtschaft, Manuel Schneider, Michael Feller, 2024, Merkblatt
- [5] Wolfgang Mayrhofer, Alpenkonvention, Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung
- [6] Arge Alp – Resolutionen ([Resolutionen | Arge Alp](#))
- [7] Arge Alp – Statuten ([Microsoft Word - Statut Arge Alp neu de.doc](#))
- [8] Arge Alp – Strategische Schwerpunkte ([Strategische Schwerpunkte 2021-2024 | Arge Alp](#))
- [9] Webseite Best Practices: [Nachhaltiges Wassermanagement auf alpinen Weiden | Arge Alp](#)
- [10] Webseite Fachtagung: [Nachhaltiges Wassermanagement auf alpinen Weiden | Arge Alp](#)
- [11] Webseite Video: [Nachhaltiges Wassermanagement auf alpinen Weiden | Arge Alp](#)
- [12] Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten EDA (Schweiz) ([Jeder Mensch hat ein Recht auf Wasser und Sanitärversorgung \(admin.ch\)](#))
- [13] Roberta Bottarin, EURAC Research, Bolzano (Italien), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung
- [14] Schweizerisches Institut für Speläologie und Karstforschung (ISSKA): Merkblatt «Was ist Karst?» (download: [SISKA-Kurzinfo-Was-ist-Karst.pdf](#))
- [15] Webseite suonon.ch (Schweiz) ([Die Suonen und Bissen des Wallis](#))
- [16] Bundesamt für Statistik, Arealstatistik der Schweiz, Referenzperiode 2013-2018
- [17] Urs Anderegg, Amt für Strukturverbesserungen Kanton Wallis (Schweiz) Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung
- [18] Kanton St. Gallen (Schweiz) ([Alpwirtschaft | sg.ch](#))
- [19] Weiterführende Informationen zu **Wissensplattformen** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Wissensplattform «Agripedia»: Schweizerische Vereinigung für die Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raums AGRIDEA (Thema Wasser [Wasser - Agripedia](#))

[20] Schweizerische Vereinigung für die Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raums AGRIDEA (2023): Merkblatt Milchvieh Fütterung – Wasserbedarf (download: [05.12 Wasserbedarf.pdf](#))

[21] Sautier J.-L. (2009): «Aménagement des alpages, les ouvrages du génie rural, guide pratique », Complément au « Manuel d'économie alpestre et pacagère », Schweizerische Vereinigung für die Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raums AGRIDEA (zu finden auf der Webseite des Kantons Wallis)

[22] Massimiliano Mazzucchi Mach Foundation, Trento (Italien), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[23] Weiterführende Informationen zum **Wasserbedarf und Messungstools** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Projekt «Swiss Irrigation Info» (2021-2024), Leitung Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften des Kantons Bern, BFH (Schweiz) ([BAFU - Swiss Irrigation Info](#))
- Projekt «Quellwasserversorgung im Kanton Glarus» (2019-2020), Trägerschaft Kantonale Verwaltung Glarus (Schweiz) ([B.01 Quellwasserversorgung im Kanton Glarus](#))
- Projekt «Bewässerung in Bergregionen» (2019-2021), Trägerschaft ALTIS Service eaux-energies de la commune de Bagnes, [www.altis.swiss](#) (Schweiz) ([B.05 Bewässerung in Bergregionen](#))
- Projekt „Wassermanagement auf Sömmerungsgebieten“ (aktuell) (Leitung Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften des Kantons Bern, BFH (Schweiz) ([Alp- und Berglandwirtschaft | BFH](#)))
- Webplattform «Bodenmessnetz» (seit 2011) (Kantone Solothurn, Basel-Landschaft, Aargau, Zug, Fribourg, Bern): Karte der Saugspannung des Bodens in Echtzeit und Bewertung in Bezug auf die Befahrbarkeit und Verdichtungsempfindlichkeit (Schweiz) ([Bodenmessnetz – Startseite](#))
- Informationsplattform zur Früherkennung von Trockenheit in der Schweiz (seit 2013), Trägerschaft Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) ([drought.ch](#))
- Webplattform «Alpine Drought Observatory (ADO)»: Bietet einen Überblick über die aktuelle Dürresituation im Alpenraum sowie über vergangene Dürresituationen der letzten 6 Monate als Karten und der letzten 40 Jahre als Zeitreihen. Trägerschaft International (Projektleiter Eurac Research) ([Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index - 1 - Alpine Drought Observatory | Eurac Research](#))

- Webplattform «Bewässerungsnetz» (seit 2016): Sondennetz zur Erhebung des Wassergehalts vom Boden in den Kantonen Aargau, Bern, Fribourg, Solothurn, Waadt (Schweiz). Projektleiter Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften des Kantons Bern, BFH (Schweiz) ([Stationen | Bewässerungsnetz](#))
- Hydrologischer Atlas der Schweiz: [Hydrologischer Atlas der Schweiz - Home](#); Daten und Analyseplattform: [HYDROmaps](#); Szenarien bis 2100: [HYDROmapsCC](#).

[24] Giovanni Giovannini Servizio Foreste, Provincia autonoma di Trento (Italien), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[25] G. Giovannini e P. Giovannini (2015): "Acqua dell'alpe, pozze, abbeveratoi, canali: tradizioni e usi del Trentino", Servizio foreste e fauna, Provincia autonoma di Trento.

[26] Siehe auch das Merkblatt der Parc Jura Voudois in Zusammenarbeit mit Info Fauna Karch (auf Französisch): Pellet J., Collaud V., Brunel M. (2023): Aménagement d'étangs agroécologiques - NOTICE PRATIQUE (download: 11-Etangs-agroecologiques_Notice-pratique_2023_v2.pdf)

[27] Faessler Anderas, Zuger Zeitung (2019): «Die Geschichte der Steinhauser «Widder»-Pumpe» ([Die Geschichte der Steinhauser «Widder»-Pumpe](#))

[28] Rolf Heinisch, ecovia GmbH, Geuensee (Schweiz), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[29] Weiterführende Informationen zur **Wasserretention** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Projekt «WasserKultur Katzhof» (aktuell), Trägerschaft NaturGut Katzhof, Kanton Luzern (Schweiz) ([WasserKultur Katzhof](#))
- Projekt «Slow Water» (aktuell), Trägerschaft Kanton Luzern und Basel Landschaft (Schweiz) ([Medienmitteilung](#) Agridea)

[31] Weiterführende Informationen zur **Wasserspeicherung und -verteilung** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Sammlung «Alpwirtschaft im Klimawandel, Lernen im Umgang mit dem Wasser», Portraits über zukunftsgerichtete Projekte zur Wasserversorgung im Schweizer Sömmerungsgebiet, Autorin Schweizerische Vereinigung für die Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raums AGRIDEA und die Stiftung Schweizer Berghilfe ([Wasserversorgung auf Weiden](#))
- Dokumentation 4. Meeting 05./06. Sept. 2023 «Alpexkursion: Wassermanagement + Energieversorgung auf der Alp», Dialogplattform Forschung – Praxis in der Berglandwirtschaft, Dienstleistung der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete SAB ([Dialogplattform Forschung - S A B](#))

- Merkblatt Nr. 1 (Mai 2023) «Umgang mit zunehmender Wasserknappheit in der Berglandwirtschaft», Dialogplattform Forschung – Praxis in der Berglandwirtschaft, Dienstleistung der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete SAB ([Montagna Fact-Sheet- DE online def.pdf](#))
- Projekt «Projekt Bewässerung in Bergregionen» (abgeschlossen). Leitung BlueArk Entremont (Schweiz). ([Projekt Bewässerung in Bergregionen, BAFU - Pôle d'innovation BlueArk Entremont](#))

[32] Siegfried Steinberger, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Deutschland), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[33] Susanne Aigner Aigner Ökologiebüro, Kernten (Österreich), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[34] Weiterführende Informationen zur **Weidemanagement** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Projekt «#DryMountProject (2023-2027), Trägerschaft Schweizer Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung Agroscope ([An die Trockenheit angepasste Futterbau-Mischungen im Berggebiet](#))
- Projekt «Almwaal, Bewässerung von Wiesen und Weiden in der alpinen Kulturlandschaft», Leitung Umweltbüro GmbH (Österreich) ([AlmWaal](#))

[35] Theodor Steidl Abteilung Wasser, Land Salzburg (Österreich), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[36] Weiterführende Informationen zur **Wasserqualität** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Projekt «Trinkwasser auf Almen und Alpen» (2020), Autorin «European Regional Science Association» ([6_potabilizzatori.pdf](#), auf Italienisch)

[37] Weiterführende Informationen zur **Abwasserreinigung** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- Projekt «Abwasser in Bergregionen» (2006), Leitung Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs EAWAG (Schweiz) ([Abwasser in Bergregionen - Eawag](#))
- Merkblatt «Verwertung von Schotte im Alpbetrieb» (2011), Amt für Landwirtschaft und Umwelt Kanton Obwalden (Schweiz) ([Microsoft Word - MB Schotte-verwertung 2011.doc](#))
- Merkblatt «Entsorgung von Abwasser in Alm- und Alpbetriebe» (2021), Dipartimento del Territorio, Kanton Tessin (Schweiz) ([CORPORATE Scheda informativa alpeggi](#), auf Italienisch)

[38] Jakob Grünenfelder Auin AG, Chur (Schweiz), Präsentation an der Fachtagung Arge Alp zum Thema «Nachhaltiges Wassermanagement auf Almen und Alpen», 24. Oktober 2024, siehe Webseite Fachtagung

[39] Weiterführende Informationen zu **soziale Aspekte und Organisationen, Netzwerke, Arbeitsgruppen** (nicht nur auf Almen und Alpen):

- «Alpages Sentinelle» (seit 2007): Das Ziel ist, dass Verschiedene Akteure (wissenschaft, territorial, institutionell, praxis) sich vernetzen und sich austauschen. Dies fördert eine gemeinsame Kultur und ermöglicht das vorhandene Fachwissen zu bündeln. Partnerorganisationen sind FEDER (EU), Office Français de la Biodiversité, FNADT (Agence Nationale de la Cohésion des Territoires), Régions alpines, Météo France (Frankreich) ([Alpages Sentinelles | Un programme de recherche multi partenarial et transdisciplinaire](#))
- «Versuchsstation Alp- und Berglandwirtschaft» (aktuell): Entwickelt praxisorientierte Lösungen für die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Betriebe im Berggebiet. Schweizer Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung Agroscope ([Versuchsstation Alp- und Berglandwirtschaft](#))
- «Dialogplattform Forschung- Praxis in der Berglandwirtschaft» (Schweiz, seit 2022): Die Dialogplattform findet in Form eines runden Tisches zwischen Praktikern und Forschenden im Bereich Berglandwirtschaft ausgestaltet werden. Ziel ist es, Bedürfnisse aus der Praxis zu erfassen und andererseits neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft und Forschung für die Praxis zugänglich zu machen. Organisiert durch die Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete SAB ([Dialogplattform Forschung - S A B](#))
- «Forum nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft» (seit 2023): Der Verein vernetzt die unterschiedlichsten Stakeholder und gibt dem Thema Wasser in der Landwirtschaft eine Stimme (Schweiz) ([Forum nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft - Agripedia](#))

[40] Programm zur Wasserbilanzierung der HAFL: [Wassermanagement im Sömmerungsgebiet](#)