

Anhang 4 Auswirkungen des Klimawandels und Anpassung an den Klimawandel – CH-Impacts 2019

1 Wissenslücken und offene Fragen

Ausgangslage: Um die grössten Herausforderungen des Klimawandels zu diskutieren, wurden am 17. Mai 2019 rund 60 Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung zu einem Scoping Meeting eingeladen. Ziel der transdisziplinären Dialogveranstaltung war es, konkrete offene Fragen und Bedürfnisse von verschiedenen Anspruchsgruppen an die Wissenschaft zu erarbeiten, die sich aus den wichtigsten Herausforderungen ergeben. Diskussionsbasis bildeten die vier Storylines der Klimaszenarien CH2018: trockene Sommer, heftige Niederschläge, mehr Hitzetage und schneearme Winter. Darüber hinaus wurde die schleichende Temperaturzunahme als weiteres Diskussionsthema betrachtet. Wissenslücken bei den Auswirkungen des Klimawandels sollten identifiziert werden. Die Beseitigung der Lücken kann dann eine neue Grundlage für fundierte Entscheidungen, wie zum Beispiel für Anpassungsstrategien, darstellen (siehe Bericht CH-Impacts 2019).

Die im Bericht CH-Impacts 2019 identifizierten Wissenslücken bzw. offenen Fragen können in folgende Bereiche gegliedert werden, die anschliessend ausgeführt und konkretisiert werden:

- Daten und Modelle: Klimadaten und -modelle, höhere räumliche und zeitliche Auflösung, Variabilität und Kartierung
- Systemverständnis und Kaskadeneffekte:
 - Zusammentreffen ungünstiger Umstände, Kaskadeneffekte, asynchrone saisonale Verschiebungen,
 - Verständnis von natürlichen und sozioökonomischen Systemen.
- Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen:
 - Biodiversität und Lebensräume: Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen, Bedeutung invasiver Arten, Einfluss auf Ökosystemdienstleistungen, Boden,
 - Landwirtschaft und Ernährung: Anpassung von Kulturen, Züchtungen, Folgen für Nutztiere, Veränderungen bei Schädlingen,
 - Anpassung der Forstbestände, Waldbrand,
 - Wasserbedarf und -qualität.
- Infrastrukturen, Gebäude und Raumnutzung:
 - Angepasste Planung durch geeignete Raumplanung und Baunormen für Raumnutzung, Infrastrukturen, Gebäude und Freiräume,
 - Bedarf und Speicherung von Energie.
- Gesundheit: Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit
- Tourismus: Betroffenheit und langfristige Planung
- Gesellschaftliche, ökonomische und sozioökonomische Themen:
 - Ökonomische Auswirkungen, Kosten-Nutzen-Vergleiche, Versicherungen
 - Gerechtigkeit, Verteilung, Gesetze und Regelungen,
 - Umgang mit dem Wandel: Risikobereitschaft, Fokussierung, Anpassungsfähigkeit, Anpassungswille.

Daten	Klimadaten und -modelle: Höhere räumliche und zeitliche Auflösung, Variabilität	<ul style="list-style-type: none"> – Höhere zeitliche und räumliche Datenauflösung: Stunden- bis 10-Minuten-Auflösung der verschiedenen meteorologischen Parameter (insbesondere Wind, Temperatur, Niederschlag, Abfluss; insbesondere Temperatur > 2000 m ü. M.), räumlich so detailliert wie möglich (pro Gemeinde). – Dekadische Variabilität von Klimaparametern – Bessere Angaben im Gebirge (Mikroklima in alpiner Vegetation; saisonale Verteilung von Niederschlag und Schneemengen und Extremwerte im Hochgebirge) – Daten zu Entwicklung des Oberflächenabflusses – Wassertemperaturen für alle Gewässer der Schweiz – Wahrscheinlichkeitsverteilung der Dauer von Hitze im Sommer – Anzahl Tage mit möglicher künstlicher Schneeproduktion – Schleichende Veränderungen sind schwierig wahrzunehmen und zu antizipieren. Dazu braucht es verbessertes Monitoring und zusätzliche Zeitreihen. – Daten, die stärker an die Topographie (der Schweiz) angepasst sind – Daten vermehrt koppeln (z. B. Temperatur und Niederschlag)
Systemverständnis und Kaskadeneffekte	Kombinierte und Kaskadeneffekte: Risiken des Zusammentreffens ungünstiger Umstände, von Kaskadeneffekten oder asynchronen saisonalen Verschiebungen	<ul style="list-style-type: none"> – Compound Events: Prozessverständnis und Einfluss des Klimawandels; sowohl bezüglich Zusammentreffen ungünstiger Umstände (z. B. Regen auf Schnee, auf nasse oder ausgetrocknete Böden, kombinierte Wirkung von Hitze und Luftschadstoffen bzw. Luftfeuchtigkeit) als auch Ereignisketten (Hagel verstopft Abflüsse, nachfolgender Starkregen; Felssturz in See mit nachfolgender Flutwelle oder Murgang). – Compound Extremes: besseres Verständnis notwendig. (Compound Extremes umfassen das simultane oder chronologische Auftreten von mehreren Extremen an einem oder mehreren Orten.) Ihre teilweise verheerenden Folgen auf Gesellschaft und Umwelt können derzeit nicht hinreichend abgeschätzt werden. – Gegenläufige saisonale Effekte (z. B. Pilzwachstum in der Landwirtschaft nimmt ab in trockenem Sommer, nimmt aber zu in wärmeren Wintern) und asynchrone Entwicklungen (z. B. Bienenaktivität und Blütezeiten; Blütezeiten und Spätfröste)
	Systemverständnis	<ul style="list-style-type: none"> – Welche irreversiblen Systemveränderungen sind möglich? – Wo liegen mögliche Schwellenwerte/Tipping-Points (z. B. Frosttrockenheit bei Pflanzen; Trockenheitstoleranz von Grundwassergebieten, u.ä.)? Wie schnell können sich verschiedene Systeme erholen? – Einfluss der Erwärmung (insbes. höhere Temperaturen oder schneearme Winter) auf Ökosysteme als Ganzes? Wie ist das System vorbereitet, wie kann man es vorbereiten und wie kann sich das Ökosystem anpassen?

Natürliche Ressourcen: Schutz und Nutzung	Biodiversität, Ökosysteme und Lebensräume: Anpassungsfähigkeit, Invasive Arten, Ökosystemdienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> – Wie wirken sich Klimawandel und Trockenheit auf Artenverlust aus? – Biodiversität: Welche Arten sind besonders wichtig bzw. sollten besonders gefördert werden? – Welchen Einfluss haben invasive Arten? – Bedeutung der Schneedecke für die Wasserversorgung der Vegetation im Frühling, inkl. lokale Unterschiede? – Kann man die Folgen des Klimawandels auf die Ökologie ökonomisch ausdrücken? – Die Erarbeitung von Karten von Ökodienstleistungen bzw. Naturkapitalien und deren Bedrohung wäre nützlich.
	Bodenkartierung	<ul style="list-style-type: none"> – Bodenkartierung von Waldböden (inkl. Biologisches Substrat und Bodenwasserspeicher) und Landwirtschaftsflächen.
	Landwirtschaft und Ernährung: Anpassung von Kulturen, Züchtungen, Folgen für Nutztiere, Schädlinge	<ul style="list-style-type: none"> – Mehr Forschung zu Kulturen und Sorten, die mit den neuen Bedingungen gut umgehen können bzw. resilienter sind als unsere bestehenden Kulturen. – Wann soll man eine neue Sorte einsetzen, die gut mit Trockenheit umgehen kann? – Wie gut können Tierbestände mit verändertem Graswachstum umgehen? – Modelle für die Ausbreitung von Schädlingen in der Landwirtschaft (für punktgenaue Interventionen). – Einfluss der steigenden Temperaturen auf die Erträge bestehender Kulturen – Massnahmen bezüglich Nutztiere: Wie kombiniert man tiergerechte Haltung, Management, Zucht, Stallarchitektur und Aussenraumgestaltung? – Welche Kulturen, die Bewässerung benötigen, kann sich ein Landwirt leisten (Kosten vs. Nutzen)? – Spezifische ökonomische Indikatoren (z. B. ab wann wird Frage von Futterimport relevant). – Nahrungsmittelsicherheit: Wie kann sie in einem wandelnden Klima und in der globalisierten Welt sichergestellt und aufrechterhalten werden? Was hat die Nahrungsmittelsicherheit für Auswirkungen auf Migration? Das Thema Ernährung nicht nur in lokalen Zusammenhängen betrachten. – Sind unsere Nahrungsmittel-Normen möglicherweise nicht zeitgemäss bzw. zu streng (z. B. bezüglich Unterbruchs von Kühlketten)? – Weiterentwicklung synthetischer Fleischproduktion
	Forstwirtschaft: Anpassung der Bestände, Waldbrand	<ul style="list-style-type: none"> – Welche Baum-Zusammensetzung sollen unsere Wälder in Zukunft haben? – Wie soll zukünftiges und langfristiges Waldmanagement aussehen (Priorisierung der Waldfunktionen, kurzfristige Massnahmen auf langfristige Trends, Anpassungsmassnahmen als Generationenprojekt). – Für welche Regionen kann Waldbrandgefahr zu einem Thema werden? – Würde die Luftqualität durch Waldbrand in der Schweiz auch stark beeinflusst? – Neben der Waldbrandgefahr besteht auch die Gefahr von Vegetationsbränden (entlang von Böschungen, Büschen oder Feldern und Wiesen (Diese können zu Unterbüchen von Verkehrswegen und Beeinträchtigungen von Siedlungen führen oder das Feuer kann Menschen gefährden oder Sachwerte zerstören).
	Wasserbedarf und -qualität	<ul style="list-style-type: none"> – Welchen Einfluss hat zunehmende Schneearmut (mehr Regen als Schneefall) auf die Abflussspitze? – Schere zwischen zu wenig (Trockenheit) und zu viel Wasser (starke Niederschläge) geht auf: Führt das zu anderen Prozessen in Zukunft, was ist die Häufigkeit dieser Events, ist eine andere Bodenbearbeitung nötig? – Wo können wir Wasser speichern für Trockenperioden (auch im urbanen Raum)? Sind Speicher da, wo man Wasser braucht? – Wie viel Wasser benötigen wir in der Zukunft, auch mit neuen Technologien? – Was sind die Auswirkungen von Trockenheit, starkem Niederschlag und Überschwemmungen auf die (Trink)Wasserqualität? – Auswirkungen der Trockenheit auf den Bodenwasserhaushalt, kritische Bodenwasserzustände. – Veränderung im Wasserbedarf für die Landwirtschaft – wieviel kann abgedeckt werden (möglichen Massnahmen und deren Wirkungen) bzw. Möglichkeiten und Grenzen der Bewässerung.

Infrastrukturen, Gebäude und Raumnutzung	Angepasste Planung durch geeignete Raumplanung und Baunormen für Raumnutzung, Infrastrukturen, Gebäude und Freiräume	<ul style="list-style-type: none"> – Bauwerke: Modellierung vom Verhalten von Konstruktionen und Materialien bei Hitze und Feuchte (als Grundlagen für Baunormen). – Bauwerke: Sind Automatisierungen bei Hitze sinnvoll? – Bauwerke: Ab wann soll/darf bei Hitze gekühlt werden? Wie gross ist der Kühlenergiebedarf? – Wie gross ist die Nutzertoleranz bzw. die Anpassungsfähigkeit bezüglich des Raumklimas? Wie kann sich die «Behaglichkeit» verändern/anpassen? – Baukonzepte entwickeln hinsichtlich hoher Anpassungsfähigkeit im Verlauf des Lebenszyklus (insbesondere Heizen/Kühlen, Widerstandsfähigkeit gegenüber Naturgefahren, Gebäudebestand). – Langfristige, integrierte Planung im Baubereich und in der Stadtplanung braucht Multifunktionalitätsbetrachtung und sektorenübergreifende Zusammenarbeit. – Umgang mit Zielkonflikt: Verdichtet bauen vs. klimatisch positive Freiräume (Durchlüftungskorridore, Grünflächen, Durchleitungskorridore für Hochwasser) und die Bezahlbarkeit? – Massnahmen für den Klimaschutz wie z. B. wärmegeämmte Fassaden, Storen, Solarkollektoren, etc. sollten gegenüber den (zudem evtl. häufig werdenden) Naturgefahren (wie Überschwemmung, Hagel, Wind) genügende Widerstandsfähigkeit aufweisen. Daher braucht es kombinierte Daten. – Umgang mit Bauten für Nutztiere (Schatten) ausserhalb der Bauzone.
	Energieversorgung: Welcher Bedarf, wie speichern (Technologie)	<ul style="list-style-type: none"> – Gibt es Möglichkeiten, mit Wasser aus Seen zu kühlen (Seen haben im Gegensatz zu Flüssen genügend Wärmekapazität)? – Entwicklung von (langfristigen) Speichertechnologien für den Strom-Winter-Peak. – Mit welchem Strombedarf muss in den nächsten 20 Jahren im Bereich der Gebäude gerechnet werden? – Wann können und wann müssen wir Energie produzieren?
Gesundheit	Gesundheit: Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Datengrundlage schaffen zu Arbeitsproduktivität bei Hitze: Vergleich indoor und outdoor, jeweilige Anpassungsfähigkeit an Hitze, Vergleich nationale und ausländische Standorte. Wann arbeitet der Mensch am besten? Bei welchen Temperaturen kann man noch draussen arbeiten? Was sind die gesundheitsrelevanten Schwellenwerte? Sind z. B. Mitarbeitende der Spitex bei Hitze noch genug leistungsfähig? – Braucht es Grenzwerte für Hitzestress am Arbeitsplatz, um Normen und Massnahmen implementieren zu können? – Fragen zum erhöhten menschlichen Aggressionspotenzial durch die Ausschüttung des Hormons Vasopressin (ADH) genauer klären – Gesundheit/Wohlbefinden bei Hitze: Wie ist der Veränderungswille der Bevölkerung? Es bräuchte Interventionsstudien zu Massnahmen, um deren Wirksamkeit zu testen; Befragungen zu Hitze von vulnerablen Personen, Arbeitnehmer/-geber und Patienten (was brauchen sie, zu Hause und unterwegs?). – Wie verändert sich die Wahrnehmung durch das häufigere Auftreten von Extremwetterereignissen? Wie weit ist unsere Hitzewahrnehmung durch Erfahrungen geprägt? – Wie ändert Trockenheit die Wahrnehmung von heissen Tagen? Ändert Trockenheit die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze? (Trockene Hitze fühlt sich angenehmer an als feuchte). – Ausbreitung von neuen und bekannten Vektorkrankheiten in einem Modell darstellen. Wie verbreiten sie sich, gibt es neue Verbreitungsgebiete? (z. B. Tigermücken und Zecken). Es braucht Grundlagenforschung zu den Storylines der Erreger und ihrer Responsefunctions bezüglich Wetter und Klima.
Tourismus	Tourismus: Betroffenheit, langfristige Planung	<ul style="list-style-type: none"> – Welche Elemente müssen in einem nachhaltigen Tourismuskonzept enthalten sein (z. B. Mobilität)? Es braucht Tools und Experten, auf welche die Leute vor Ort zurückgreifen können. – Zur Diversifizierung des Tourismus und Chancennutzung braucht es Optionen, die auf die Region massgeschneidert sind. Wissen zu Vorteilen, Kosten und der Inaktivität für die Region aufbauen und Dienstleistungen entwickeln. – Wie kann die Wirtschaft mit steigender Variabilität umgehen? Mit einem schlechten Winter kann die Branche umgehen, bei mehreren wird es heikel (auch ökonomisch). – Welche Faktoren müssen bei Lawinensprengung beachtet werden (es braucht Wissen zu Schneebedingungen, Schneedecke etc.)?

Gesellschaftliche, ökonomische und sozioökonomische Fragen	Ökonomische Auswirkungen, Kosten-Nutzen-Vergleiche, Versicherungen	<ul style="list-style-type: none"> – Welche Kulturen, die Bewässerung benötigen, kann sich ein Landwirt leisten? – Ökonomische Auswirkungen von Starkniederschlägen und Trockenheit in allen Sektoren (Schäden/Kostenanalyse) für verschiedene Klimaszenarien (mit/ohne Massnahmen)? – Vergleich von Kosten von Schäden vs. Kosten für die Verhinderung von Schäden – Wie kann man eine langfristige Sichtweise in wirtschaftliche Entscheidungsprozesse einfließen lassen? – Welche Industriezweige (v. a. wasserintensive) sind besonders von trockenen Sommern betroffen? Welche Auswirkungen hat das auf den Arbeitsmarkt? – Versicherungsangebote überdenken, wenn heute seltene Events immer häufiger werden, zum Beispiel ein neues Versicherungsprodukt Hagelversicherung für Landwirtschaft oder für Setzungsschäden aufgrund von Trockenheit. Sind solche Events dann überhaupt noch versicherbar, wie teuer wird so ein Produkt? Macht es noch Sinn, national zu arbeiten oder müsste man das Risiko breiter streuen, z. B. international, über Sektoren hinaus?
	Fragen zu Gerechtigkeit, Verteilung, Gesetze und Regelungen	<ul style="list-style-type: none"> – Wassermanagement: Wer hat wann und wieso prioritären Zugang zu welchem Wasser? Wer entscheidet, wie wird entschieden (z. B. räumliche Priorisierung)? Was sind die Grundlagen der Entscheidung (Verteilung der Verantwortlichkeiten, Effizienz, Gerechtigkeit)? Wann und wo hört man auf zu bewässern? Nötig wären Regelungen oder Handlungsanleitungen für eine Verteilung der Nutzungsrechte unter Berücksichtigung sozialer und ökonomischer Gesichtspunkte. – Eine für die Praxis in verschiedenen Disziplinen sehr wichtige Forderung ist die nach Handlungsvorschlägen/Best Practice zur Lösung von Nutzungskonflikten. Wie können Nutzungskonflikte moderiert werden, welche Ansätze gibt es, um Lösungen zu finden? Welche Erfahrungen aus anderen Bereichen könnten hierfür genutzt werden? – Management von Einzugsgebieten bzw. Gewässern: wer zahlt, wer versichert (Oberlieger, Unterlieger, ...)? – Ausgleichsmechanismen: Wo braucht es Ausgleichsmechanismen? Wie können wir einen Ausgleich gerecht gestalten? Wie und wann können/müssen betroffene Gesellschaftsgruppen/Sektoren entschädigt werden? Wer bezahlt das? Wo setzt man bei der Kompensation/Anpassung die Prioritäten? – Ethik: Wie sieht z. B. eine gerechte Verteilung der Gesundheitssystemleistung aus bei Hitzebelastung? Wer kann sich Kühlung leisten? – Generell stellt sich die Frage nach der gerechten Verteilung der Lasten auch beim Wohnungswesen, beispielsweise bei den Kosten baulicher Massnahmen aufgrund des Klimawandels. – Migration: Effekte und Auswirkungen des Klimawandels machen nicht an Landesgrenzen Halt und müssen – auch bei einem Bericht, der sich explizit auf die Schweiz bezieht – mit in Betracht gezogen werden → nicht-lokale Faktoren. – Neue Landschaften: Wem gehören die durch das Abschmelzen der Gletscher entstehenden neuen Landschaften? Wer ist für deren Schutz verantwortlich?
	Fragen zum Umgang mit dem Wandel (Risikobereitschaft, Variabilität, Fokussierung, Anpassungsfähigkeit, Anpassungswille)	<ul style="list-style-type: none"> – Wie ist die Anpassungsfähigkeit von Systemen? Wie gut und wie schnell können sie sich anpassen? Wie gross ist der Anpassungswille in Wirtschaft und Gesellschaft? – Wo sind welche Ausweichräume/Landschaftsräume in der Schweiz vorhanden? Zum Beispiel für Landwirtschaft oder Ökosysteme. – Priorisierung von Aktionen: Auf welchen Faktoren soll man fokussieren? Wichtigste Massnahmen sollten eruiert bzw. definiert werden. – Es braucht mehr (regionale) sozioökonomische Szenarien, unter Einbezug von Konsumverhalten, raumplanerischen Massnahmen, Landnutzungsänderungen usw. – Es braucht eine Diskussion zur Risikobereitschaft in der Bevölkerung. Welche Risiken sollen in Kauf genommen werden? – Wo soll man die Systemgrenzen bei Anpassungsmassnahmen ziehen? – Wie geht man damit um, dass prägende Ereignisse wie beispielsweise Hitze von kurzer Dauer sind und es trotzdem Anpassungen in der Infrastruktur braucht?