



Adaptationsstrategie Klimawandel Kanton Bern Grundlagenbericht

Wirkungen, Folgen und Handlungsfelder im Überblick

Schlussbericht vom 21. Dezember 2010

AUE

Amt für Umweltkoordination
und Energie des Kantons Bern

IMPRESSUM

Auftragnehmende/Verfasser:

Jürg Füssler
Madeleine Guyer
Othmar Schwank
Myriam Steinemann
Martin Peter

INFRAS
Binzstrasse 23
Postfach
8045 Zürich

Interdirektionale Begleitgruppe:

Daniel Klooz, Amt für Umweltkoordination und Energie (BVE)
Flavio Turolla, Amt für Umweltkoordination und Energie (BVE)
Damian Stoffel, Tiefbauamt (BVE)
Bernhard Wehren, Amt für Wasser und Abfall (BVE)
Philipp Wegelin, Generalsekretariat Finanzdirektion (FIN)
Thomas Schochat, Kantonsarztamt (GEF)
Erich Linder, Amt für Gemeinden und Raumordnung (JGK)
Martin Tritten, beco/Tourismus (VOL)
Heinrich Buri, Amt für Wald/Naturgefahren (VOL)
Marc Zuber, Amt für Landwirtschaft und Natur/Strukturverbesserungen und Produktion (VOL)
Thomas Vuille, Amt für Landwirtschaft und Natur/Fischereiinspektorat (VOL)

Bezugsquelle:

Amt für Umweltkoordination und Energie AUE
(nur als PDF zum Herunterladen: www.aue.bve.be.ch > Downloads & Publikationen)

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	4
1. EINLEITUNG	7
1.1. HINTERGRUND	7
1.2. ZIEL	8
1.3. ABGRENZUNG	8
1.4. STAND DER ARBEITEN IM KANTON BERN	9
1.5. STAND DER ARBEITEN AUF EBENE BUND UND KANTONE	9
2. METHODIK	11
3. KLIMAWANDEL UND SEINE AUSWIRKUNGEN	12
3.1. KLIMAWANDEL GLOBAL	12
3.2. KLIMAWANDEL IN DER SCHWEIZ	14
3.2.1. Beobachtungen und Szenario für die Schweiz	14
3.2.2. Extremereignisse	15
4. DER KANTON BERN UND DER KLIMAWANDEL	18
4.1. BESONDERS BETROFFENE BEREICHE IM KANTON IM ÜBERBLICK	18
4.2. FOLGEN DES KLIMAWANDELS	21
4.2.1. NE-Dimension Umwelt	23
4.2.2. NE-Dimension Wirtschaft	29
4.2.3. NE-Dimension Gesellschaft	35
5. HANDLUNGSBEDARF UND HANDLUNGSFELDER	38
6. UNTERSUCHUNG AUSGEWÄHLTER MASSNAHMENFELDER	44
6.1. HANDLUNGSFELD VERKEHRSINFRASTRUKTUR	45
6.2. HANDLUNGSFELD GESUNDHEIT	46
6.3. HANDLUNGSFELD VERÄNDERUNG VON KULTURLANDSCHAFTEN	47
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	48
LITERATUR	52
ANNEX 1 NACHHALTIGKEITSZIELBEREICHE DES KANTONS BERN	54

ZUSAMMENFASSUNG

Die Anpassung oder Adaptation an die Folgen des Klimawandels wird in den nächsten Jahren stark an Bedeutung gewinnen. Trotz aller Anstrengungen im Bereich der Reduktion von Treibhausgasemissionen (Mitigation) müssen sich die Schweiz und der Kanton Bern bis Mitte des 21. Jahrhunderts auf ein merklich wärmeres Klima einstellen. Der Umgang mit den Folgen des Klimawandels betrifft eine Vielzahl von Sektoren und dürfte auf der Ebene des Bundes, der Kantone und der Gemeinden zu einem wichtigen Aktionsfeld werden, ebenso wie auf internationaler Ebene (Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, UNFCCC).

Der vorliegende Grundlagenbericht beschreibt einen methodischen Ansatz zur Untersuchung und Bewertung der Wirkungen und Folgen des Klimawandels für den Kanton Bern sowie für die Identifizierung von Handlungs- und Massnahmenfeldern im Bereich Adaptation. Im Sinne einer Grundlage skizziert er vorläufige erste Resultate an Hand einiger Schlüsselbereiche und schlägt Handlungsoptionen zur Adaptation des Kantons Bern an den Klimawandel vor.

Der Bereich Mitigation ist auf Bundes-, Kantons- und Gemeindeebene ein relativ etabliertes Themengebiet und ist im vorliegenden Bericht für den Bereich Adaptation bewusst ausgespart, was aber nicht die Einschätzung der Wichtigkeit des Bereiches Mitigation für die Reduktion des Klimawandels schmälern soll.

Die Auswirkungen des Klimawandels für die Alpennordseite betreffen gemäss dem Szenario für 2050 des beratenden Organs für Fragen der Klimaänderung (OCC) vor allem einen generellen Anstieg der Temperatur (Sommer +2.7°C, Winter +1.8°C), Veränderungen der Niederschläge (Sommer -17%, Winter +8%) sowie Veränderungen in Intensität und Häufigkeit von Extremereignissen der Temperatur und der Niederschläge. Leider besteht zurzeit kein detailliertes Szenario der spezifischen Auswirkungen des Klimawandels für den Kanton Bern und seine Teilgebiete, weshalb in erster Näherung Werte für die Alpennordseite verwendet werden müssen.

Diese klimatischen Auswirkungen haben vielfältige Folgen für den Kanton Bern. Eine Auswertung der Folgen des Klimawandels nach dem Raster der Zielbereiche der Nachhaltigen Entwicklung des Amtes für Umweltkoordination und Energie zeigt, dass alle Bereiche Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft potentiell durch Klimawirkungen betroffen sein dürften. Neben den direkten Folgen z.B. auf Gesundheit und Wasserhaushalt bestehen auch viele indirekte Wirkungen, z.B. vom Bereich Umwelt (z.B. Wasserhaushalt) auf den Wirtschaftsbereich (z.B. Einkommen und Beschäftigung in Land- und Forstwirtschaft), was wie-

derum Folgen für den Bereich Gesellschaft haben kann (z.B. Einkommensverteilung, überregionale Solidarität). Viele der untersuchten Wirkungsketten dürften sich in den kommenden Jahrzehnten letztendlich auch auf den öffentlichen Haushalt auswirken.

Bei der Beschreibung der erwarteten Auswirkungen und Folgen des Klimawandels für den Kanton Bern gilt es immer zu beachten, dass eine solche Projektion eines zukünftigen Szenarios generell mit sehr grossen Unsicherheiten verknüpft ist. Auch ist der Stand der Wissenschaft dazu im Fluss und es werden laufend weitere Erkenntnisse gewonnen, welche dazu beitragen, das Bild der Risiken und Chancen des Klimawandels zu detaillieren und weiterzuentwickeln. Diese Unsicherheiten gilt es insbesondere bei den Folgerungen und Formulierung von Massnahmen zu beachten (No-regret-Strategie).

Auf Grund einer ersten qualitativen Bewertung der Folgen des Klimawandels im Kanton Bern und deren Validierung in einem Workshop mit der Arbeitsgruppe wurden folgende Handlungsfelder als prioritär identifiziert (bei diesen Handlungsfeldern geht es nicht primär um Sektorpolitiken). Die Bewertung beinhaltet monetäre Kosten-Nutzen-Überlegungen, aber auch intrinsische Werte¹:

- › Verkehrsinfrastruktur,
- › Schäden an Gebäuden und Personen,
- › Gesundheit,
- › Tourismus,
- › Wasserwirtschaft,
- › Energiewirtschaft,
- › Internationale Einflusskanäle,
- › Veränderung von Kulturlandschaften und Biodiversität.

Eine erste qualitative Kosten-Nutzen-Bewertung der zu drei Beispielhandlungsfeldern gehörenden Massnahmenfelder ergibt, dass insbesondere Massnahmen der Prävention, Information, Monitoring und Beobachtung, (Raum-)Planung mit gutem bis sehr gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis abschneiden.

Aus Effizienzgründen ist deshalb wichtig, dass Massnahmen für den Klimawandel nicht isoliert geplant und implementiert werden, sondern dass vielmehr Aspekte des Klimawandels im Sinne einer „klimasicheren“ Planung in vorhandene Abläufe und Prozesse eingefügt werden.

¹ Wie beispielsweise moralische Werte (z.B. Gerechtigkeit) oder ästhetische Werte (z.B. Schönheit).

No-regret-Massnahmen, welche auch durch weitere Nutzen und Synergien mit anderen Bereichen vorteilhaft sind, falls die Folgen des Klimawandels schwächer als heute erwartet ausfallen würden, mildern den Einfluss der Unsicherheiten. Die Unsicherheiten bestehen aber auch auf der anderen Seite, d.h. es muss auch berücksichtigt werden, dass die Folgen in einigen Bereichen signifikant stärker ausfallen könnten als heute angenommen.

Der Grundlagenbericht schliesst mit ersten Empfehlungen für den Kanton Bern in den Bereichen Koordination, Analyse der identifizierten Handlungsfelder, Integration in Planungsprozesse, öffentliche Finanzen, Monitoring und Information.

1. EINLEITUNG

1.1. HINTERGRUND

Die Anpassung oder Adaptation an die Folgen des Klimawandels wird in den nächsten Jahren stark an Bedeutung gewinnen. Trotz aller Anstrengungen im Bereich der Reduktion von Treibhausgasemissionen (Mitigation) muss sich die Schweiz bis Mitte des 21. Jahrhunderts auf ein rund 3 Grad wärmeres Klima einstellen (gegenüber dem 20. Jahrhundert). Aufgrund erster Erkenntnisse der Arbeiten der IPCC am vierten Assessment Report dürfte sich das Klima bei steigender Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre in der Tendenz rascher und innerhalb empfindlicher Regionen stärker verändern als noch vor einigen Jahren in früheren Assessment Reports vermutet. Die 2006 veröffentlichte und weltweit stark beachtete „Stern Review“ (Stern N. 2006) des ehemaligen Weltbank-Chefökonomens Nicholas Stern sieht den Klimawandel als grösstes Marktversagen der historischen Epoche und spricht davon, dass die Folgen eines Klimawandels von 3–6 Grad auf globaler Ebene enorm sein können und erwartete Schäden im Umfang von zwischen 5% und 20% der weltweiten Bruttowertschöpfung verursachen können. Deshalb ist es vor allem im Bereich von Infrastrukturen und langfristigen Investitionen wichtig, frühzeitig Aussagen zu den möglichen Auswirkungen und Folgen der Klimaerwärmung auf die Schweizer Gesellschaft und Volkswirtschaft machen zu können.

Klimabedingte Herausforderungen werden in allen Politikbereichen erwartet, wenn auch mit unterschiedlicher Prägnanz, und fordern entsprechende Adaptionsmassnahmen. Im Falle der multifunktionalen Land- und Forstwirtschaft betrifft die Adaptation beispielsweise die Erhaltung der Umweltdienstleistungen, den Anbau oder die Entwicklung von neuen Sorten/Kulturpflanzen sowie im Siedlungswesen den Bau von Schutzbauten oder die Zonenplanung in Gefahrenzonen. Ein Beispiel der Adaptation im Energiebereich bildet etwa die notwendige Kompensation der abnehmenden Energieproduktion aus Wasserkraft. Im Gesundheitsbereich wird der Umgang mit der Überlagerung des demographischen Wandels mit häufigeren Hitzewellen und allenfalls neuen Krankheiten oder Krankheitsüberträgern, die heute z.B. erst in den Tropen vorkommen, zu neuen Herausforderungen führen. In den Bereichen Sicherheitspolitik sowie der inneren Sicherheit wird beispielsweise das Thema Migration und Zunahme der «Klimaflüchtlinge» aus aussereuropäischen Staaten neue Massnahmen erfordern.

1.2. ZIEL

Da es trotz den Anstrengungen im Bereich der Vermeidung von Treibhausgasen nicht möglich ist, die Auswirkungen der Klimaänderung aufzuhalten, zielen die Anstrengungen darauf ab, die Stärke und Geschwindigkeit des Klimawandels auf ein erträgliches Mass zu reduzieren, um die nachhaltige Entwicklung trotzdem noch zu ermöglichen. Der Umgang mit den Folgen des Klimawandels betrifft eine Vielzahl von Sektoren und dürfte auf der Ebene des Bundes, der Kantone und der Gemeinden zu einem wichtigen Aktionsfeld werden, ebenso wie auf internationaler Ebene (UNFCCC).

Der Kanton Bern stellt sich den zukünftigen Herausforderungen und strebt die Erarbeitung einer kantonalen Adaptationsstrategie an. Diese hat zum Ziel, die Herausforderungen und Möglichkeiten eines sich ändernden Klimas aufzuzeigen und Massnahmen abzuleiten vor dem Hintergrund des regierungsrätlichen Oberziels „Nachhaltige Entwicklung“. Der vorliegende Grundlagenbericht dient als Entscheidungsgrundlage für eine zukünftige Adaptationsstrategie des Kantons Bern. Er zeigt auf, wie einerseits die Risiken und negativen Folgen des Klimawandels auf die Zielbereiche minimiert werden können und andererseits die mit der Klimaänderung verbundenen Chancen genutzt werden können. Er dient der Regierung als Orientierungshilfe, um in kommenden Legislaturperioden Schwerpunkte zielführend setzen zu können.

1.3. ABGRENZUNG

Ein zentrales Element zur Verminderung des Klimawandels ist die *Mitigation*, das heisst das Ergreifen von Massnahmen zur Reduktion der anthropogenen Emissionen an Treibhausgasen, insbesondere der Senkung des Verbrauchs fossiler Treib- und Brennstoffe und der Ausbau Erneuerbarer Energien. Auf Ebene der Gemeinden, des Kantons und des Bundes ist der Bereich der Mitigation ein etablierter Bereich der (Energie-)Politik. Der Kanton Bern strebt auf dem Weg zu einer 2'000 Watt-Gesellschaft, als ersten Schritt eine 4'000 Watt-Gesellschaft bis 2035 an (Energiestrategie des Kantons Bern (BVE 2006a)).

Der vorliegende Bericht geht von einem gewissen Klimawandel aus (auf der Basis OcCC 2007) und stellt die Fragen nach den Folgen für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft und nach *Adaptationsmassnahmen*, um diesen Risiken und Chancen zu begegnen. Der Bereich Mitigation wird dabei zur Vereinfachung weitgehend ausgeklammert; vereinzelt wird auf Wechselwirkungen hingewiesen (z.B. im Bereich Wasserkraft).

Der Bericht soll in erster Linie als Grundlage „auf hoher Flughöhe“ einen Überblick über wichtige Aspekte der Folgen des Klimawandels und mögliche Handlungsfelder aufzeigen. Es

geht ausdrücklich nicht um eine erschöpfende Darstellung der sektoriellen Details des Klimawandels im Kanton Bern in all seinen Verästelungen, sondern um einen ersten Überblick über die wichtigsten Elemente. Dabei sollen neben den Risiken des Klimawandels für den Kanton auch Chancen dargestellt werden.

1.4. STAND DER ARBEITEN IM KANTON BERN

Das Berner Oberland, aber auch weite Teile des Mittellandes, waren in den letzten Jahren wiederholt extremen Wetterereignissen mit gravierenden Schadenfolgen ausgesetzt. Eine Übersicht der Beobachtungen und Folgen wurde schon im Jahre 2006 in einer Studie der des Kantons Berns dargestellt (BVE 2006b). Wichtige Arbeiten zum Thema Klimaänderung wurden in den beiden Direktionen „Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion“ (mit dem Amt für Umweltkoordination und Energie) sowie der „Volkswirtschaftsdirektion“ (mit dem Amt für Wald) durchgeführt.

Die Arbeitsgruppe Naturgefahren des Kantons Bern veröffentlichte in diesem Jahr die neuen Fakten und Szenarien zu Klimawandel und Naturgefahren (AG NAGEF 2010). Aufgezeigt wird, wie sich klimatische Veränderungen auswirken können und wie der Einfluss der Klimaänderung auf die Naturgefahren zu erfassen ist. In Bezug auf das Risikomanagement mit Naturgefahren orientiert sich der Kanton Bern am integralen Risikomanagement, entwickelt von der Nationalen Plattform Naturgefahren (PLANAT). Weiter hat das Amt für Wald des Kantons Bern in Zusammenarbeit mit der Universität Bern die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald untersucht und Resultate publiziert (http://www.vol.be.ch/site/wald2050_broschuere_de-2.pdf). In der Publikation werden die Konsequenzen für den Wald bei einem sich ändernden Klima beleuchtet (beispielsweise die Verschiebung der Verbreitungsgebiete, Zunahme der Schäden durch Insekten) sowie waldbauliche Massnahmen (beispielsweise Erhöhung der Baumartenvielfalt, Schaffung von altersdurchmischte Beständen) erörtert.

1.5. STAND DER ARBEITEN AUF EBENE BUND UND KANTONE

Mit dem Bundesratsbeschluss vom 26. April 2009 hat der Bund die Aufgabe, die „notwendigen Anpassungsmassnahmen an die nicht mehr zu verhindernde Klimaänderung“ zu koordinieren. Deshalb erarbeitet der Bund zurzeit eine nationale Anpassungsstrategie an den Klimawandel, die bis Ende 2011 vorliegen soll. Eine möglichst grosse Kohärenz zwischen kantonaler und Bundesebene soll hier angestrebt werden sowie der Informations- und Erfah-

rungsaustausch sichergestellt werden². Weiter hat das Bundesamt für Umwelt im Jahr 2009 eine kantonale Erhebung zum Thema „Anpassung an die Klimaerwärmung“ durchgeführt (BAFU 2010). Erhoben wurden die Aktivitäten der Kantone in den Bereichen Grundlagen, Anpassungsmassnahmen, Koordination und Wissenslücken. Die Studie zeigt, dass beispielsweise im Bereich Wald und Waldwirtschaft 93% aller befragter Kantone Massnahmen ergriffen, bereit liegen oder geplant sind. In den Bereichen Umwelt, Naturgefahren und Gesundheit sind es je rund zwei Drittel der befragten Kantone. Massnahmen in den Bereichen Biodiversität und Landschaftsschutz sind am wenigsten verbreitet. Vor allem in den Bereichen Umwelt und Waldwirtschaft wird die Notwendigkeit nach weiterem Wissens- und Informationsbedarf geäussert. Gegenwärtig wird unter Federführung des Bundesamts für Landwirtschaft (BLW) unter Einbezug verschiedener Interessensgruppen eine breit abgestützte, nationale Klimastrategie Landwirtschaft ausgearbeitet. Bereits Anfang 2009 veröffentlichte das BLW die neue Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft in der Schweiz. Die Karte will auf die erheblichen Unterschiede in den Anbaumöglichkeiten der einzelnen Regionen hinweisen.

Einige Kantone oder Regionen haben bereits eine eigene Anpassungsstrategie an den Klimawandel erarbeitet, oder sind dabei, dies zu tun. Für den Kanton Zürich und die Bodenseeregion wurde 2007 ein umfassender Bericht ausgearbeitet, der den Klimawandel und dessen Auswirkungen in der Region beleuchtet, Handlungsfelder und Massnahmenansätze vorschlägt sowie Wissenslücken definiert (AWEL/IBK 2007).

Der Kanton Graubünden hat schon früh ein erstes kantonales Klimakonzept erarbeitet (AFU 2003). Es basiert auf den Pfeilern: Messen & Beobachten, Vorbeugen & Prävention, Minderungsmassnahmen sowie Abwehrmassnahmen. Weiter hat das Amt für Umwelt und Natur des Kantons Graubünden im Jahr 2009 eine Studie zum Thema Klimawandel im Kanton Graubünden veröffentlicht (ANU 2009). Weiter hat die MeteoSchweiz einen Grundlagenbericht erarbeitet, der eine Grundlage bezüglich Klimabeobachtungen und -entwicklungen für den Kanton Graubünden bietet (MeteoSchweiz 2009). Ein Schwerpunkt liegt dabei vor allem in der Beschreibung des bisherigen Verlaufs der klimatischen Grössen.

Auch der Kanton Uri ist daran, im Bereich Adaptation aktiv zu werden. Der Regierungsrat des Kantons Uri hat am 1.9.2009 beschlossen, eine fachstellenübergreifende Strategie für den Umgang mit dem Klimawandel zu entwickeln und davon ein Umsetzungskonzept mit Massnahmenplanung abzuleiten.

² Quelle: Interview INFRAS mit R. Hohmann, BAFU, vom 29. März 2010.

Bezüglich der Klimaforschung, werden MeteoSchweiz, die ETH Zürich, das NCCR Climate, das OcCC und das Center for Climate Systems Modelling (C2SM) gemeinsam die „Schweizer Klimaszenarien CH2011“ neu berechnen und im Jahr 2011 bereitstellen.

2. METHODIK

Die Herleitung der für die Adaptation relevanten Politikbereiche soll nachvollziehbar und systematisch erfolgen. Einen Ausgangspunkt dazu bilden die Zielbereiche der Nachhaltigen Entwicklung, wie sie für den Kanton Bern definiert wurden (siehe Tabelle in Annex 1). Um eine sinnvolle Übersicht der Auswirkungen des Klimawandels auf die verschiedenen Zielbereiche zu erlangen wird das folgende Vorgehen gewählt:

Schritt 1: Darstellung der Auswirkung des Klimawandels bringt eine Übersicht über die wichtigsten klimatischen Veränderungen für Temperatur, Niederschlag und Extremereignisse, welche auf Grund des letzten OcCC-Berichtes für die Schweiz erwartet wird (Kapitel 3).

Schritt 2: Darstellung der Folgen des Klimawandels auf die Zielbereiche der Nachhaltigen Entwicklung

Basierend auf den Auswirkungen des Klimawandels wird untersucht, wie diese das Erreichen der angestrebten Zielbereiche in den NE-Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft beeinträchtigen (oder fördern) könnten (Kapitel 4).

Schritt 3: Bewertung und Ableitung von Handlungsbedarf und Handlungsfelder

Baut auf den in Schritt 2 identifizierten Folgen auf, bewertet diese qualitativ und gibt einen Überblick über die Handlungsfelder mit der grössten erwarteten Relevanz aus den in Kapitel 3 und 4 identifizierten möglichen Auswirkungen des Klimawandels. Dabei werden einerseits die Risiken identifiziert, welche, gemäss Analogieschlüssen aus der Literatur (z.B. Ecologic/INFRAS 2009), zu potentiell hohen Kosten führen könnten. Andererseits werden auch (methodisch schwieriger fassbare) nicht-monetäre Aspekte wie intrinsische Werte von Naturlandschaften berücksichtigt. Diese qualitative und vorläufige Bewertung wird im Rahmen zweier Workshops mit der Arbeitsgruppe validiert und angepasst. Im Weiteren werden zu jedem der als relevant bewerteten Handlungsfelder entsprechende Massnahmenfelder definiert (Kapitel 5).

Schritt 4: Untersuchung der Massnahmeansätze gemäss ihrer Kosten und Nutzen und weiteren Aspekten (Kapitel 6).

3. KLIMAWANDEL UND SEINE AUSWIRKUNGEN

Die bis anhin publizierten Bände des Weltklimarats der Vereinten Nationen (IPCC) liefern die wissenschaftliche Basis zum Verständnis des Klimasystems und der Klimaänderung sowie der Verwundbarkeit von sozioökonomischen und ökologischen Systemen durch die Klimaänderungen und beschreiben Massnahmen zur Eindämmung des Klimawandels (IPCC 2007a–c). Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden die erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft in der Schweiz im Jahre 2050 von OcCC (2007) untersucht. Die Standortbestimmung der Bodenseekonferenz und der Baudirektion des Kantons Zürich (AWEL/IBK 2007) fasst in seiner Abhandlung zum Klimawandel und dessen Auswirkungen die Ergebnisse der IPCC-Berichte und des OcCC-Berichtes übersichtlich zusammen. Die entsprechenden Grundlagen zu Klimazukunft der Schweiz wurden unter der Leitung von Christoph Frei (2004) auf der Grundlage globaler und regionaler Klimamodelle aus dem EU Projekt PRUDENCE erarbeitet.

Die neuesten Ergebnisse³ basieren auf einem Nachfolge-EU-Forschungsprogramm (ENSEMBLES), das die Ergebnisse der Analysen des OcCC (2007) im Grundsatz bestätigen. So tritt etwa der Nord-Süd Gradient in Europa mit starker Klimaänderung in Südeuropa (heisser und trockener im Sommer) und moderaten Veränderungen in Nordeuropa jedoch noch etwas klarer hervor⁴. Der Wissensstand in der Klimaforschung bleibt jedoch mit intrinsischen Unsicherheiten behaftet. Je nach Fragestellung (Handlungsfelder) ist das Mass der Unsicherheit von Fall zu Fall zu ermitteln und bei der Festlegung von Massnahmen zu berücksichtigen.

3.1. KLIMAWANDEL GLOBAL

Die wesentlichen Aussagen zu den physikalischen Grundlagen und Auswirkungen basieren auf AWEL/IBK(2007), sprich ursprünglich auf den IPCC-Assessment-Reports (IPCC 2007a-2007c) und lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die globale atmosphärische Kohlendioxid-

3 Der aktuelle Forschungsstand hinsichtlich der Klimazukunft der Schweiz (West- und Südeuropa) wurden an einer Tagung des Nationalen Forschungsschwerpunktes Klima „Variabilität, Vorhersagbarkeit und Risiken des Klimas: Acht Jahre NFS Klima“ vom 12. Juni 2009 vorgestellt.

4 In der Poebene ist es wahrscheinlich, dass es bis zum Jahr 2050 Hitzetage gibt wie heute im Raum Südspanien. In Deutschland nördlich des Mains hält sich die Erwärmung in Grenzen.

oxidkonzentration (CO₂) ist von vorindustriellen Werten bis ins Jahr 2005 deutlich angestiegen (von 280ppm⁵ auf 379ppm). Dasselbe gilt für die Methankonzentration (CH₄) (von 715ppm auf 1'774ppm). Betrachtet man weiter die CO₂-Konzentration über die letzten 650'000 Jahre, lagen diese weit unter dem Wert von 2005. Der Hauptgrund dieser Entwicklung liegt in erster Linie in der Verbrennung fossiler Brennstoffe und weiter in den Landnutzungsänderungen (z.B. Abholzung Tropenwald). Der beobachtete Anstieg der CH₄-Konzentration ist ebenfalls mit grosser Wahrscheinlichkeit auf menschlich bedingte Aktivitäten zurückzuführen. Diese anthropogenen Aktivitäten tragen seit 1750 mit einem Strahlungsantrieb („Forcing“) von +1.6 (+0.6–+2.4)⁶ Wm⁻² zur Temperaturerhöhung bei. Seit 1850 kann man ebenfalls einen Anstieg in der globalen Erdoberflächentemperatur um 0.74 (0.56–0.92)°C beobachten. Weiter gehören elf der letzten zwölf Jahre (1995–2006) zu den zwölf wärmsten Jahren seit Beginn der instrumentellen Messungen (1850). Im 20. Jahrhundert kann weiter einen Anstieg der Meeresspiegel um 0.17 (0.1–0.22) m sowie eine Abnahme der Gebirgsgletscher und Schneebedeckung im Mittel in beiden Hemisphären – was wiederum zum Anstieg der Meeresspiegel beigetragen hat – beobachtet werden. Projektionen für die nächsten zwei Jahrzehnte ergeben für eine Reihe von Klimaszenarien eine Erwärmung von 0.2°C pro Jahrzehnt.

Global betrachtet ist es sehr wahrscheinlich, dass die beobachteten Trends auch im 21. Jahrhundert ausgemacht werden können. So ist es *praktisch sicher*, dass wärmere und weniger kalte Tage/Nächte sowie wärmere und häufigere heisse Tage/Nächte über den meisten Landflächen auftreten werden. *Sehr wahrscheinlich* ist es, dass Wärmeperioden/Hitzewellen sowie die Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen über den meisten Gebieten zunehmen werden. *Wahrscheinlich* ist es, dass die von Dürren betroffenen Flächen zunehmen, die Aktivität starker tropischer Wirbelstürme sowie die Häufigkeit extrem hoher Meeresspiegel zunimmt.

Betrachtet man Europa und den Alpenraum, wird der Gletscherschwund anhalten und die Dauer schneebedeckter Flächen abnehmen. Überschwemmungen werden generell und Überflutungen im Küstengebiet zunehmen. In Zentral- und Osteuropa werden die Sommerniederschläge abnehmen, wodurch der Druck auf die Ressource Wasser steigt. Ebenfalls problematisch werden sich Hitzewellen auf die Gesundheit in den Sommermonaten auswirken. Eine Anpassung an veränderte Umweltbedingungen wird für viele Organismen und

5 Parts per million (Konzentrationsangabe).

6 Die Unsicherheiten der Ergebnisse wissenschaftlicher Studien werden in diesem Bericht jeweils als Unsicherheitsbereich in Klammern angegeben.

Ökosysteme schwierig werden. Positiv hingegen wird sich in Nordeuropa die Klimaänderung im Sinne einer Reduktion der Heizgradtage, höheren Ernteerträgen und einer gesteigerten Produktivität des Waldes äussern.

Es ist zu beachten, dass diese Aussagen immer nur unter dem Vorbehalt der unterliegenden Unsicherheiten gemacht werden.

3.2. KLIMAWANDEL IN DER SCHWEIZ

Die wesentlichen Aussagen zu den Beobachtungen und Auswirkungen in den folgenden Kapiteln basieren auf AWEL/IBK (2007) und OcCC (2007). Die Ausführungen basieren im Gegensatz zu den (globalen) IPCC Reports auf einem kürzeren Zeithorizont bis 2050, anstatt bis 2100. Beobachtungen und Szenario sind für die zwei Klimaparameter Temperatur und Niederschlag verfügbar. Weiter sind Aussagen zu Extremereignissen möglich.

Systemgrenzen: Für eine optimale Adaptationsstrategie für den Kanton Bern wäre es am besten, spezifische Modellierungen für die Prozesse und Wirkungen des Klimawandels für die Gebiete des Kantons (Alpen, Voralpen, Mittelland, Jura) zu haben. Leider existieren bisher kaum solche lokalen Betrachtungen, nicht zuletzt aus Gründen der beschränkten Datenverfügbarkeit und Modellierbarkeit. Die folgenden Betrachtungen und das betrachtete Szenario beziehen sich deshalb in der Regel auf je die gesamte Alpennordseite respektive -südseite.

3.2.1. BEOBACHTUNGEN UND SZENARIO FÜR DIE SCHWEIZ

Beobachtungen im 20. Jahrhundert sowie das Szenario 2050 bezüglich der beiden Klimaparameter Temperatur und Niederschlag sind in Tabelle 1 dargestellt. In diesem Szenario sind die politischen Massnahmen zur Treibhausgassenkung (z.B. Kyoto-Protokoll und nachfolgende Aktionen) nicht mit einbezogen. Jedoch werden sich entscheidende Massnahmen zur Emissionssenkungen bis 2050 noch nicht stark bemerkbar machen, sondern erst einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben. Die beobachteten Niederschlagsveränderungen sind ein Indiz für die deutliche Veränderung des Wasserkreislaufes in den letzten 100 Jahren. Für die Niederschlagsprognosen im Sommer sind die Unsicherheiten jedoch besonders gross. Dennoch simulieren die Modelle eine markante Abnahme des mittleren Niederschlages, und der fünfjährige Extremwert des Niederschlages nimmt in den meisten Modellen leicht zu.

ÜBERSICHT BEOBACHTUNGEN UND SZENARIO 2050 FÜR DIE SCHWEIZ		
Klimaparameter	Beobachtungen im 20. Jahrhundert	Szenario 2050
Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> › Temperatur hat stärker zugenommen als im globalen Mittel (Westschweiz: ca. 1.6°C, Deutschschweiz: 1.3°C, Alpensüdseite: 1°C. 	<ul style="list-style-type: none"> › Die Erwärmung auf der Alpennord- und Alpensüdseite wird praktisch gleich sein. › Im Winter auf der Alpennord- und Alpensüdseite 1.8°C, im Sommer auf der Alpennordseite 2.7°C und auf der Alpensüdseite 2.8°C. › Für die Übergangszeiten im Frühling und im Herbst wird eine ähnliche Erwärmung wie im Winter prognostiziert.
Niederschlag	<ul style="list-style-type: none"> › Jahresniederschläge haben um rund 8% zugenommen. › Zunahme der Winterniederschläge im nördlichen und westlichen Alpenraum um 20–30%. › Intensivniederschläge (>2–5 Tage) haben im Herbst und Winter zugenommen (in weiten Teilen des Mittellandes und des nördlichen Alpenrandes). › Jahresabfluss blieb durch die stärkere Verdunstung praktisch unverändert. › Gletscher haben in 100 Jahren rund 50km³ an gebundenem Wasser verloren. 	<ul style="list-style-type: none"> › Im Winter wird auf der Alpennordseite mit einer Zunahme von ca. 8% gerechnet, auf der Alpensüdseite mit rund 11%. › Im Sommer wird auf der Alpennordseite mit einer Abnahme von 17%, auf der Alpensüdseite mit einer Abnahme von 19% gerechnet. › Im Frühling und Herbst sind Zu- oder Abnahmen möglich. › Insgesamt wird sich das jährliche Niederschlagsvolumen um 7% verringern.

Tabelle 1 Basierend auf OcCC (2007).

3.2.2. EXTREMEREIGNISSE

Das oben dargestellte Szenario 2050 beschreibt lediglich saisonale Mittelwerte der Temperatur und des Niederschlags. Angaben zu Klimaextremen werden jedoch nicht gemacht. Gerade die Extremereignisse sind aber von grosser Wichtigkeit, beispielsweise wenn es darum geht, Hochwasserschutzmassnahmen zu planen (OcCC 2007). In den letzten Jahren haben sich Extremereignisse in der Schweiz gehäuft. Zwischen 1972 und 2008 kam es in der Schweiz zu einem Gesamtschadenvolumen über 13 Milliarden Franken (BAFU 2009). Extremereignisse wie Überschwemmungen, Rutschungen und Murgänge zeigten keine signifikanten Tendenzen in den letzten Dekaden. Überschwemmungen waren jedoch die häufigsten Extremereignisse seit 1972. Die Häufigkeit dieser Ereignisse kann verschiedene Ursachen

haben, so zum Beispiel Zufälligkeit, Folge der natürlichen Klimavariabilität oder anthropogen bedingte Klimaänderung (AWEL/IBK 2007). Mit grosser Wahrscheinlichkeit trägt der Klimawandel jedoch zu einer Intensivierung und stärkeren geographischen Ausbreitung von Extremereignissen bei (BAFU 2009). Das Szenario zur Entwicklung von Extremereignissen ist jedoch sehr unsicher, da die heutigen Klimamodelle die feinskaligen Prozesse bei Extremereignissen nur näherungsweise erfassen können. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen in Zukunft ansteigen werden. Im Folgenden sind die wichtigsten erwarteten Entwicklungen gemäss OcCC (2007) und AWEL/IBK (2007) zusammengefasst (wiederum unter Vorbehalt der gegebenen Unsicherheiten):

Temperaturextreme

- › Hitzeperioden werden bei einem Anstieg der mittleren Sommertemperaturen wahrscheinlicher.
- › Die Häufigkeit von Kälteperioden und die Anzahl Frosttage werden abnehmen. Unsicher ist die Veränderung des Risikos für Spätfröste.
- › Die Variabilität der mittleren Sommertemperaturen wird zunehmen, wobei die tägliche Temperaturvariabilität im Winter generell kleiner wird.

Niederschlagsextreme

- › Im Winterhalbjahr wird eine Zunahme von Niederschlagsextremen von 1- bis 5-tägigen Niederschlägen erwartet. Ebenfalls wird erwartet, dass Starkniederschläge, wie sie heute nur alle 8 bis 20 Jahre vorkommen, bis Ende Jahrhundert durchschnittlich alle 5 Jahre vorkommen werden.
- › Im Sommerhalbjahr sind die Tendenzen weniger klar. Die Modelle zeigen eine markante Abnahme des mittleren Niederschlags, die 5-jährlichen Extremwerte nehmen jedoch in den meisten Modellen zu.

Hochwasser, Hangrutschungen und Murgänge

- › Aussagen über Veränderungen in diesem Bereich sind schwierig und mit grossen Unsicherheiten verbunden, da eine Zunahme der Niederschlagsintensität und -extreme ein Potenzial für häufigere Hochwasser, Hangrutschungen und Murgänge birgt, die tatsächlichen Auswirkungen auf diese Naturgefahren aber auch durch andere Prozesse bestimmt werden (z.B. Bodenfeuchte, Schneeschmelze, Abflussregime).

- › Jüngste Expertenanalysen (KOHS 2007) zeigen eine teilweise Regionalisierung bezüglich der erwarteten Hochwassersituationen:
 - › In Gebieten unterhalb 1'500 m ü.M. sind im Winter durch die stärker gesättigten Böden und durch verstärkte Niederschlagintensitäten höhere Hochwasserspitzen zu erwarten. Der Einfluss von Schmelzereignissen nimmt mit der Höhenlage der Einzugsgebiete zu und kann sich bis ins Frühjahr erstrecken. In diesen höher gelegenen Gebieten treten bereits heute im Winter oder Frühjahr die Jahreshochwasser auf. Im Sommer werden die Hochwasser besonders in tieferen Lagen geringer ausfallen, weil die Abflussbereitschaft der Böden durch verringerte Niederschläge und höhere Verdunstung deutlich reduziert ist. Im Sommer kann es jedoch v.a. in kleinen Einzugsgebieten durch Gewitter zu Hochwasser führen.
 - › In den (Nord-) Alpen über 1'500 m ü.M. steigen wegen gelegentlicher Regenfälle die Abflüsse im Winter etwas an. Im Frühjahr werden kleine Schmelzhochwasser erwartet, die Spitzen sind jedoch grösser als heute. Die Jahreshochwasser werden jedoch wie heute im Sommer auftreten und voraussichtlich nicht grösser werden.
 - › In Gebieten der Alpensüdseite werden im Winter und Frühjahr als Folge der grösseren Niederschlags-Summen und Niederschlags-Intensitäten die Hochwasser grösser werden. Im Sommer werden wegen abnehmender Niederschlagssummen kleinere Abflussspitzen erwartet. Die massgebenden Jahreshochwasser werden im Herbst bleiben und eher noch grösser werden.

Trockenheit

- › Aufgrund der Abnahme der mittleren Niederschläge und der Anzahl der Niederschlagstage werden extreme Trockenperioden im Sommer sowohl länger als auch häufiger auftreten.
- › Die Bodenfeuchte kann regional abnehmen, ausgelöst durch die Niederschlagsabnahme und eine höhere Verdunstung.
- › Die Abnahme der Schneereserven in den Alpen führt zu häufigerem Austrocknen von Flüssen (insbesondere von jenen, die heute v.a. durch Schmelzwasser gespiesen werden) sowie zur Abnahme der saisonalen Wasserspeicher in den Alpen.

Stürme

- › Die Projektionen für die Entwicklung von Extremsturmereignissen sind sehr unsicher.
- › Modelle zeigen, dass in Mitteleuropa mit einer Abnahme der Häufigkeit zu rechnen ist. Gleichzeitig dürften aber sehr starke Stürme häufiger werden (wie beispielsweise „Lothar“).

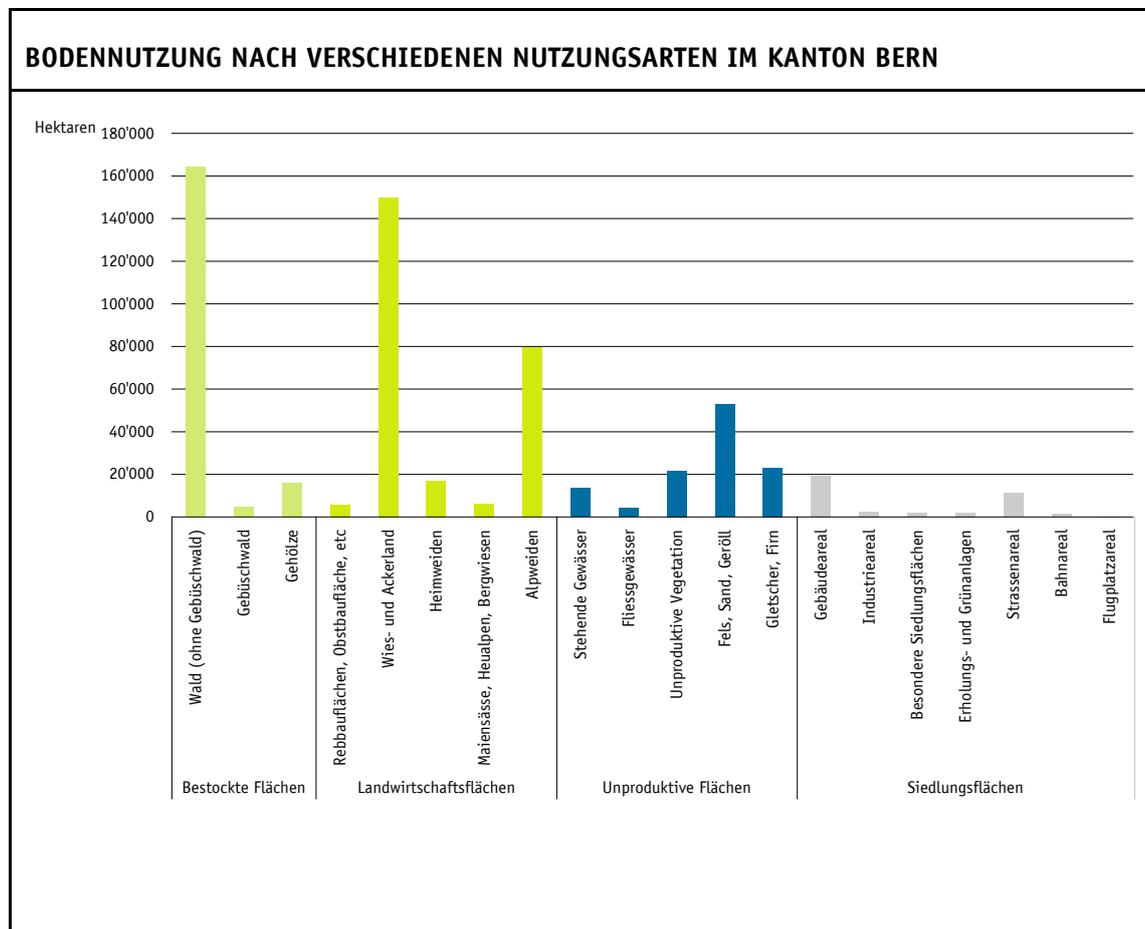
4. DER KANTON BERN UND DER KLIMAWANDEL

4.1. BESONDERS BETROFFENE BEREICHE IM KANTON IM ÜBERBLICK

Im Folgenden wird abgeklärt, inwiefern die landschaftlichen und volkswirtschaftlichen Eigenschaften den Kanton Bern mehr oder weniger anfällig auf die möglichen Folgen des Klimawandels machen könnten.

Land-, Boden- und Gewässernutzung im Kanton Bern

Das Gebiet des Kantons Bern umfasst eine Fläche von rund 6'000 km² und umfasst die Landschaftsräume vom Jura über das Mittelland bis zu den Voralpen und Alpen. Grosse Gebiete des Kanton Berns sind ländlich geprägt. Betrachtet man den Kanton Bern flächenmässig, so besteht er zu 28% aus Wald, zu 25% aus Wies- und Ackerland und zu 13% aus Alpweiden, was schon auf eine gewisse Sensitivität des Berner Kantonsgebietes auf allfällige klimatische Veränderungen hinweist. Ebenfalls eine wichtige Rolle spielen die Gewässer, rund 13% aller Schweizer Fliessgewässer und 9% aller stehenden Gewässer befinden sich auf Berner Kantonsgebiet. Im Kanton Bern beansprucht die Verbrauchergruppe Haushalt/Gewerbe/Landwirtschaft am meisten Wasser (über 70%). Der Bedarf wird zu je fast der Hälfte aus Quellen und Grundwasser gedeckt. Auf Seewasser entfällt nur ein kleiner Teil (4%). Die ergiebigsten und strategisch wichtigsten Grundwasserfassungen werden hauptsächlich durch Flüsse und Seen gespeist und weisen deshalb nur geringe Schwankungen in den Grundwasserständen auf. Sie bilden somit das Rückgrat für die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichend Trinkwasser – insbesondere in ausgeprägten Trockenzeiten (AWA 2010a).



Figur 1 Quelle: BFS 2010.

Der beträchtliche Anteil an Wald- und Landwirtschaftsflächen im Kanton Bern weist darauf hin, dass mögliche klimatische Veränderungen und ihre Folgen für Wald- und Landwirtschaft ein wichtiger Aspekt für die Adaptation des Kantons darstellt.

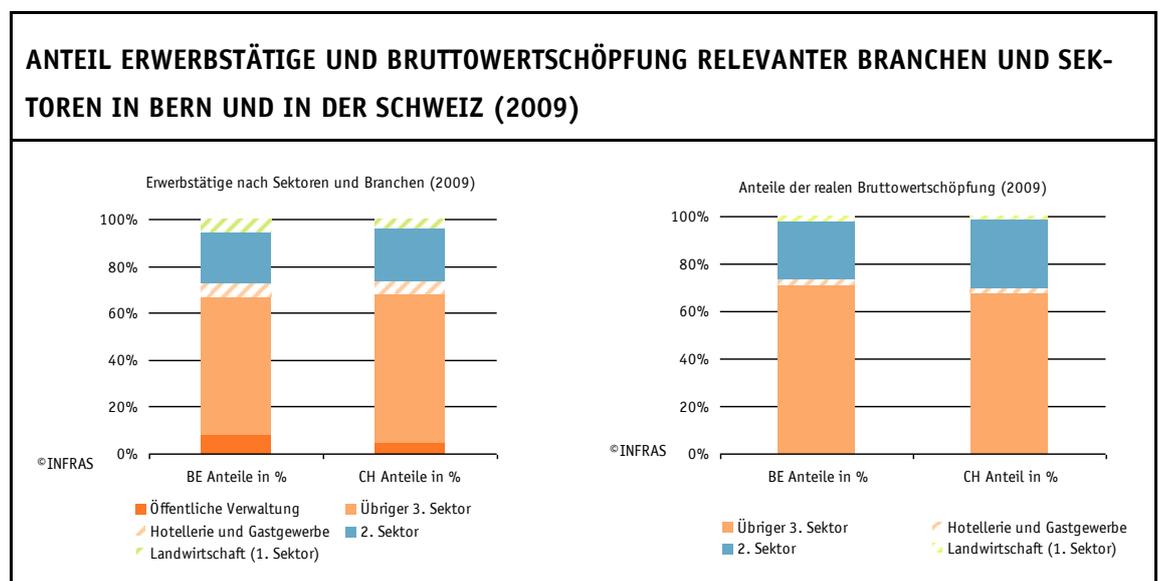
Wirtschaft im Kanton Bern

Die Entwicklung der Berner Regionen hängt stark von ihrer jeweiligen Branchenstruktur ab. Das Mittelland stellt gewissermassen das Dienstleistungszentrum dar, im Berner Oberland dominiert die Tourismusbranche, im Emmental, dem Oberaargau und dem Berner Jura bildet die Investitionsgüterindustrie und die Landwirtschaft einen Schwerpunkt und die Stadt Bern bildet das Verwaltungszentrum der Schweiz. Im schweizerischen Vergleich sind der öffentliche Sektor, die Nachrichtenübermittlung und die Landwirtschaft überdurchschnittlich vertreten.

Die starke Ausprägung des tertiären Sektors (gemessen an den Arbeitsplätzen und der Bruttowertschöpfung) ist in Figur 2 dargestellt. Sichtbar wird auch der im Schweizvergleich deutlich höhere Anteil Beschäftigten in der öffentlichen Verwaltung sowie in der Hotellerie, im Gastgewerbe und in der Landwirtschaft. Die Tourismusbranche weitet sich selbstverständlich weit über die Hotellerie und das Gastgewerbe hin aus, in weitere Branchen des tertiären Sektors.

Der tertiäre wie auch der sekundäre Sektor dürften von ihrer Natur her nur wenig von den *direkten* Folgen des Klimawandels betroffen sein, was die Volkswirtschaft des Kantons als Ganzes wenig anfällig auf den Klimawandel macht (für indirekte volkswirtschaftliche Folgen siehe z.B. Infrass et al. 2007).

Landwirtschaft, Hotellerie und Gastgewerbe, welche möglicherweise direkt von den Folgen des Klimawandels betroffen sein werden, machen gesamthaft einen kleineren Teil der Beschäftigten und Wertschöpfung im Kanton aus (in gestrichelter Farbe dargestellt in Figur 2).



Figur 2 Direkte Auswirkungen des Klimawandels werden auf die gestrichelten Branchen erwartet. Indirekte Auswirkungen auf die restlichen Bereiche. Quelle; beco 2010 und beco 2009. Die BWS-Anteile von Hotellerie und Gastgewerbe beziehen sich auf das Jahr 2008.

Regional können diese Branchen jedoch eine sehr wichtige Rolle spielen. So variiert beispielsweise der Beitrag der Regionen zur touristischen Bruttowertschöpfung des Kantons Bern sehr stark. Der grösste Betrag leistet das Berner Oberland mit rund 51%, gefolgt vom Berner Mittelland mit 25%, der Stadt Bern 22% und dem Berner Jura mit 2% (KAWA 2001).

Aus Sicht der lokalen Volkswirtschaften dürfte im Kanton Bern deshalb die möglichen Folgen des Klimawandels sehr wohl eine wichtige Rolle spielen.

4.2. FOLGEN DES KLIMAWANDELS

Für die Beschreibung einer Auswahl der wichtigsten direkten und indirekten Folgen des Klimawandels wählten wir das Raster der Zielbereiche der Nachhaltigen Entwicklung, wie sie das AUE des Kantons Bern definiert (wie beispielsweise Biodiversität, Einkommen oder Wohnqualität; siehe Raster in Annex 1). Dabei wurden die Klimawirkungen den relevanten Zielbereichen der Nachhaltigen Entwicklung zugeteilt und wo möglich weitere Zielbereiche identifiziert, die nachgelagert tangiert werden könnten. Einzelne Zielbereiche, deren Verflechtung und/oder Wichtigkeit von grosser Bedeutung sind, werden in separaten Vertiefungen abgehandelt.

Wo möglich wurde die Unterscheidung der lokalen Relevanz im Kanton Bern mit den vier Bereichen Mittelland (M), Voralpen (VA)/Jura (J), Alpen (A), ganzer Kanton (alle) vorgenommen. Die Wirkungsart wurde mit „+ tendenziell fördernd“, „- tendenziell hindernd“, „0 keine Auswirkungen erwartet“ charakterisiert. Die eigentliche Bewertung der Folgen und Priorisierung der Handlungsfelder wird in Kapitel 5 vorgenommen. Die Resultate sind vorläufig und qualitativ zu interpretieren und fassen auf in der Literatur beschriebenen Tendenzen im Kapitel 3 und auf eigenen Überlegungen.

Dieser Bericht fokussiert auf die Folgen des Klimawandels innerhalb des Kantons Bern (Systemgrenzen). Die (in vielen Fällen wohl schwerwiegenderen) indirekten Folgen über internationale Einflusskanäle werden nur gestreift (siehe Abschnitte „Wirtschaft“ 4.2.2 und „Gesellschaft“ 4.2.3).

Wo nicht anders vermerkt, basieren die Aussagen auf OcCC (2007), AWEL/IBK (2007), Universität Bern und Amt für Wald des Kantons Bern, AG NAGEF 2010, Ecologic/INFRAS 2009, Energieperspektiven BFE sowie auf eigenen Überlegungen. Die Folgen werden am Workshop mit den Fachleuten der Begleitgruppe diskutiert und validiert.

Bemerkung: Die folgenden Beschreibungen von möglichen Folgen des Klimawandels auf den Kanton Bern sind in der Regel mit *grossen bis sehr grossen Unsicherheiten* behaftet. Die Unsicherheiten in Projektionen über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten rühren im Wesentlichen von:

- (i) den Unsicherheiten in der Simulation der klimatischen Wirkungen des Klimawandels (auf Temperaturen, Niederschläge etc.),
- (ii) den Unsicherheiten in den Wirkungsketten der Folgen auf Menschen, Infrastruktur, Werte sowie (nicht zuletzt)
- (iii) den Unsicherheiten in der sozio-ökonomischen Entwicklung im Kanton Bern über mehrere Jahrzehnte (auch ohne Berücksichtigung des Klimawandels).

Die beschriebenen Folgen sind deshalb in erster Linie als Diskussionsanstösse zu verstehen. Viele der beschriebenen Wirkungsketten müssen noch weiter vertieft und insbesondere für die Situation des Kantons Bern validiert werden, z.B. im Rahmen von Arbeiten in den Handlungsfeldern gemäss Kapitel 5 und 6.

4.2.1. NE-DIMENSION UMWELT

NE-DIMENSION UMWELT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Biodiversität Artenvielfalt, Vielfalt der Lebensräume für Tiere und Pflanzen erhalten/fördern (beinhaltet auch die Gewässerbiodiversität)	<ul style="list-style-type: none"> › Sowohl die Klimaänderung als auch die Landnutzung werden sich in den nächsten 50 Jahren auf die Biodiversität auswirken. › V.a. in tiefen Lagen wird es zu einem Schwund bisheriger und zu einer Einwanderung neuer Tier- und Pflanzenarten aus wärmeren Gebieten kommen (v.a. aus dem Mittelmeerraum). In der Bilanz dürfte die Artenzahl ansteigen, da von mehr Einwanderungen als Aussterbefälle ausgegangen wird, allenfalls auf Kosten der Biodiversität der einheimischen Arten. › An kühle Lebensbedingungen gebundene Arten werden im Alpenraum in höhere Lagen verdrängt werden (dort werden Sie aber aus topografischen Gründen eine kleinere Gesamtfläche zur Verfügung haben). › Im Süßwasserbereich wird erwartet, dass die spezifischen Aussterberaten deutlich höher als auf dem Land liegen werden. 	Alle 	Änderungen in der Biodiversität können beispielsweise Auswirkungen auf die Zielbereich Natur und Landschaft, Wasserqualität, oder Tourismus haben.
	<ul style="list-style-type: none"> › Gewisse Baumarten werden durch Trockenperioden an ihre Existenzgrenzen stossen und durch trockenheitsresistente Arten verdrängt. › In den Fichtenwäldern der Voralpen nehmen Laubbäume wie Bergahorn und Esche zu. › Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe können punktuell vom Wald bedrängt, weil die Waldberggrenze steigt. Jedoch wird im Alpenraum die obere Waldgrenze vielerorts (noch) durch die Beweidung bestimmt. › Vermehrtes Auftreten von Neophyten (Gebietsfremde Pflanzen). 	v.a. ML, VA 	Änderungen der Wälder können beispielsweise Auswirkungen auf die Zielbereiche Natur und Landschaft oder Sicherheit haben.
Natur und Landschaft Ökologisch wertvolle Landschafts- und Naturräume erhalten/aufwerten; Vernetzungen herstellen; Schutzbestimmungen verbindlich festlegen	<ul style="list-style-type: none"> › Der Klimawandel hat verschiedene direkte und indirekte sowie positive und negative Auswirkungen auf den Zielbereich Natur und Landschaft. Verschiedene Sektoren wie beispielsweise Landökosysteme (Biodiversität, Wald), die Land- und Wasserwirtschaft sind davon betroffen (siehe separates Kapitel unten). 	Alle 	Änderungen in beispielsweise der Produktivität von Landökosystemen kann Folgen für die Zielbereiche Sicherheit sowie Wirtschaftsstruktur haben. Falls entlegene Bewirtschaftungszonen durch den Klimawandel wieder aufgewertet werden können, kann sich dies auch auf die überregionale Solidarität auswirken.

NE-DIMENSION UMWELT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Energieverbrauch Gesamten Energieverbrauch (inklusive für Herstellung, Transport und Entsorgung von Produkten) vermindern.	› Als Folge von wärmeren Wintern, wird eine Abnahme der Heizgradtage erwartet. Dies führt zu Einsparungen beim Endenergieverbrauch für Heizzwecke.	Alle 	Die durch den Klimawandel bedingten Änderungen im Energieverbrauch haben auch Auswirkungen auf die Energiequalität und den Öffentlichen Haushalt.
	› Als Folge von wärmeren Sommern, wird eine Zunahme der Kühlgradtage erwartet. Zusammen mit dem allgemeinen Trend zur aktiven Raumkühlung wird dies insbesondere den Elektrizitätsverbrauch während den Sommermonaten erhöhen.	Alle 	Die durch den Klimawandel bedingten Änderungen im Energieverbrauch haben auch Auswirkungen auf die Energiequalität und den Öffentlichen Haushalt.
Energiequalität Anteil von erneuerbaren, CO ₂ -neutralen Energieträgern vergrössern	› Die thermische Stromproduktion (z.B. bei Flusswasserkühlung in den KKW's Mühleberg und Beznau) kann vom reduzierten Wasserangebot und von den erhöhten Wassertemperaturen betroffen sein, was zur Reduktion der Produktionsleistung während heissen Sommerperioden führen kann.	Alle 	Auswirkungen auf die Zielbereiche Natur und Landschaft sowie Biodiversität (v.a. aquatische Biodiversität).
	› Als Folge der geringeren Abflussmengen bis 2050 wird die Wasserkraftproduktion saisonal wohl abnehmen. Im Jahresdurchschnitt dürfte jedoch kein geringerer Abfluss erwartet werden.	Alle 	Beeinflusst auch den Zielbereich öffentlicher Haushalt, beispielsweise durch den Rückgang der Einnahmen von Wasserzinsen. Die durch den Klimawandel verstärkt gebauten Kleinwasserkraftwerke können im Zielkonflikt stehen zu den Zielbereichen Biodiversität und Natur- und Landschaft und Wasserqualität.
	› Speicherkraftwerke: Trotz jahreszeitlichem Ausgleich des Abflussregimes im Alpenraum muss insgesamt mit einer Einbusse der hydroelektrischen Produktion um -7% gerechnet werden (2030).		
› Im Mittelland wird als Folge der erwarteten Niedrigwasser im Spätsommer und Herbst die Stromproduktion der Flusskraftwerke um rund -7% eingeschränkt werden (2030).			
› Die Stromproduktion aus Kernkraftwerken oder neue thermische Kraftwerke könnte eingeschränkt werden durch hohe Sommertemperaturen (verminderte Kühlleistung des Kühlwassers) und Trockenheit (Niedrigwasserstände für Kühlwasserversorgung), insbesondere in der 2. Hälfte des Jahrhunderts. Dies könnte neue Kühlkonzepte notwendig machen.			
› Im besten Falle könnte durch eine zunehmende Sensibilisierung der Bevölkerung, die Nutzung von Energien aus erneuerba-			

NE-DIMENSION UMWELT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
	ren Quellen erhöht werden.		
Klima Treibhausgasemissionen (CO ₂ , Methan etc.) vermindern	› Die Treibhausgasemissionen werden eventuell verringert durch verschärfte politische Massnahmen, die aufgrund des Klimawandels ergriffen werden könnten. Aspekte der Mitigation sind jedoch nicht Gegenstand dieses Berichts.	Alle 	Keine
Rohstoffverbrauch Verbrauch von Rohstoffen und Materialien vermindern	› Es wird nicht erwartet, dass der Klimawandel Folgen für diesen Zielbereich hat.	Alle 	Keine
Rohstoffqualität Anteil von erneuerbaren und einheimischen Rohstoffen erhöhen; Anteil von Materialien mit unbedenklichen Inhaltsstoffen oder von rezyklierbaren Materialien vergrössern	› Falls der Klimawandel zu einer Steigerung der Nettoproduktivität der Wälder führt und produktive Arten nicht durch weniger produktive Arten verdrängt werden, könnte allenfalls mehr Energieholz zur Verfügung stehen. Dieser Effekt könnte allenfalls durch limitierte Wasserverfügbarkeit reduziert werden.	Alle 	Keine
Wasserhaushalt Beeinträchtigung des natürlichen Wasserhaushalts durch Wasserverbrauch, Bodenversiegelung, Verbauungen vermindern	› Die Veränderung der Niederschlagshäufigkeit und -intensität wird sich über die Wasserverfügbarkeit entscheidend auf die Produktivität von Land- und Forstwirtschaft auswirken. › Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen wird zunehmen, vor allem während der Vegetationsperiode mit Schwerpunkt im Spätsommer. › Vermehrte Nutzungskonflikte z.B. zwischen landwirtschaftlicher und energetischer Nutzung sowie Schutzfunktionen der Gewässer.	Va. ML 	Folgen im Bereich Produktivität in der Landwirtschaft wird ebenfalls Auswirkungen auf die Wirtschaftsstruktur haben. Weiter werden Auswirkungen auf die Zielbereiche Natur und Landschaft sowie Biodiversität (v.a. aquatische Biodiversität) erwartet.
	› Generell wird der Klimawandel künftig sowohl Niedrig- als auch Hochwassersituationen verstärken. Die zu erwartenden Veränderungen weisen eine starke räumliche Differenzierung auf (siehe Kapitel 3.2.2). › Die Trinkwasserversorgung ist nicht gefährdet, solange die wichtigsten Grundwasserfassungen, welche den Kanton auch bei längeren Trockenperioden mit genügend Trinkwasser versorgen können und oft in unmittelbarer Nähe von Fliessgewässern liegen, genügend vor Hochwasser geschützt werden.	Alle 	Indirekte Folgen werden ebenfalls für die Zielbereiche Energiequalität, Sicherheit und Wasserqualität erwartet.

NE-DIMENSION UMWELT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
	<ul style="list-style-type: none"> › Die Bedeutung des Quellwassers (vor allem zur Deckung des Spitzenbedarfs) wird weiter zurückgehen. Trockenperioden wirken sich aufgrund hydrogeologischer Gegebenheiten unterschiedlich auf verschiedene Gebiete aus: Grundwasser im Mittelland wird kaum Probleme bekunden, oberflächlich gefasste Quellen im Mittelland und in den Voralpen werden noch mehr zurückgehen, Karstquellen im Jura und im Oberland können noch mehr als bisher zurückgehen, übrige Quellen im Oberland sind weniger von der Trockenheit beeinflusst. › Grundwasservorkommen in den grossen Grundwassergebieten unterhalb der Seen und im Aaretal werden kaum beeinträchtigt. Hingegen können in Gebieten, die stark von der Grundwasserneubildung durch Niederschläge oder von der Infiltration aus kleinen Gewässern abhängig sind, gegen Herbst problematische Absenkungen erfolgen. › Die Abflussmengen werden in den meisten Gewässern im Winter zunehmen. Vor allem im Spätsommer ist aber mit deutlich tieferen Abflussmengen zu rechnen. Die Energieproduktion in den bestehenden Anlagen kann dadurch beeinträchtigt werden. › Anstieg der Wassertemperaturen in Flüssen und der Oberflächenschicht der Mittellandseen um ca. 2°C (bis 2050) hat Auswirkungen auf die Zirkulationsphasen und Algenbildung. › Es wird erwartet, dass die Konflikte um die Ressource Wasser zunehmen werden (z.B. Bewässerung vs. Gewässerschutz). Wasser wird damit vor allem im Sommer zunehmend zu einem knappen Gut werden (zeitlich und örtlich beschränkt), mit erwarteten Auswirkungen auf Nutzungs-Prioritäten, Nutzungs-Rechte und Nutzungs-Preise. 		
Wasserqualität Qualität von Grundwasser und Oberflächengewässern erhalten/verbessern	<ul style="list-style-type: none"> › Ein Anstieg der Wassertemperaturen in Flüssen und der Oberflächenschicht der Mittellandseen um ca. 2°C (bis 2050) hat Auswirkungen auf die Zirkulationsphasen, Algenbildung, Fischsterben. › Niederschlagsintensität und -verteilung 	Va. ML 	Veränderungen in den Zirkulationsphasen der Mittellandseen, der Algenbildung werden Auswirkungen auf den Zielbereich Biodiversität (v.a. aquatische Biodiversität) haben.

NE-DIMENSION UMWELT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
	<p>führt zur zunehmenden Auswaschung von Dünger (Nitrat) und Pflanzenschutzmitteln ins Grundwasser.</p> <p>› Bei Trockenperioden verringert sich das Eindringen von Grundwasser in die Kanalisation (erhöhte Sedimentation in den Kanälen), gleichzeitig nimmt das Auslaufen von Abwasser zu (evt. Belastung des Grundwassers).</p>		
	<p>› Geringere Abflussmengen in den Fließgewässern verschlechtern das Verdünnungsverhältnis zwischen gereinigtem Abwasser und Flusswasser, wodurch sich die Wasserqualität nach Einleitungen verschlechtern könnte.</p>	<p>Alle, v.a. ML -</p>	Keine
Bodenverbrauch durch Bebauung und Versiegelung (Siedlungen, Strassen) vermindern	<p>› Eine zunehmender Bodenverbrauch ist vorwiegend durch nicht klimabedingte Faktoren beeinflusst, wie z.B. Zersiedelung oder Bevölkerungswachstum.</p>	-	Keine
Bodenqualität Schadstoffbelastung, Bodenverdichtung, Bodenerosion vermeiden/verringern	<p>› Die erwartete Zunahme von Hitzesommern und Starkniederschlägen wirken sich in der Landwirtschaft negativ auf die Bodenerosion aus.</p> <p>› Auf die Bodenqualität wirken v.a. nicht ausschliesslich klimabedingte Faktoren, wie z.B. der zunehmende wirtschaftliche Druck oder der vermehrte Einsatz schwerer Maschinen.</p>	<p>V.a ML -</p>	Keine

NE-DIMENSION UMWELT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Luftqualität Belastung durch Luftschadstoffe (Ozon, Stickoxide, Feinstaub etc.) verringern	<ul style="list-style-type: none"> › Höhere Temperaturen führen bei gleichbleibenden Ausgangsbedingungen zu höheren Ozonkonzentrationen. › Die Belastung durch andere Luftschadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub resultieren nicht direkt aus der Klimaerwärmung, werden jedoch eventuell verringert durch verschärfte politische Massnahmen, die aufgrund des Klimawandels ergriffen werden könnten. 	Alle 	Keine

Tabelle 2 Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche der NE-Dimension Umwelt.

Vertiefung: Natur und Landschaft

Der Kanton Bern hat sich zum Ziel gesetzt, ökologisch wertvolle Landschafts- und Naturräume zu erhalten und aufzuwerten, Vernetzungen herzustellen sowie Schutzbestimmungen verbindlich festzulegen. Die Klimaänderung hat vor allem in Form von steigenden Temperaturen sowie der Zunahme von Extremereignissen (v.a. Hitzeperioden) und Änderung des Wasserhaushaltes Auswirkungen auf die Naturräume und Ökosysteme des Kantons Bern und damit auf den Zielbereich *Natur und Landschaft*. Direkt betroffen davon sind vor allem die Sektoren Landwirtschaft, Landökosysteme (Biodiversität und Wald) sowie Gewässerökosysteme und Wasserwirtschaft.

Die Produktivität von Pflanzen wird künftig an gewissen Standorten durch den steigenden Wassermangel bei hohen Temperaturen limitiert werden. Ebenfalls negativ werden sich künftig hohe Temperaturen und geringere Niederschlagsmengen auf die Funktion und die Nutzung von Landökosystemen auswirken. Andererseits können sich die Wachstumsperioden bei höheren Temperaturen zeitlich vorverschieben, vorausgesetzt, es ist ausreichend Feuchtigkeit vorhanden. An diesen Standorten dürfte die Produktivität deshalb eher zunehmen.

Wald: In höheren Lagen wird eine verstärkte Produktivität des Waldes durch Erwärmung dominieren, in tiefen Lagen wird jedoch erwartet, dass sie unter sommerlicher Trockenheit leidet. Temperaturbedingt wird auch eine Zunahme von Schädlingsbefall bei Wäldern erwartet. Beispielsweise begünstigen Hitzeperioden und warme Winter die Ausbreitung von Insekten. Die zunehmenden Schäden durch Insekten lassen sich vor allem auf die Temperaturerhöhung sowie auf häufigere Trockenperioden zurückführen.

Weitere Auswirkungen: Auswirkungen im Bereich Wald können Folgen für den Zielbereich *Wirtschaftsstruktur* sowie *Sicherheit* haben. Die Wirtschaftsstruktur ist durch eine Zu- oder Abnahme der Holzproduktivität betroffen oder von einer Einschränkung oder Ausbreitung der Waldgebiete. Eine zunehmende Produktivität des Waldes kann sich beispielsweise positiv auf die Hangstabilität auswirken und somit auf den Zielbereich *Sicherheit*.

Landwirtschaft: Die Nutzung höherer Lagen für die Haltung von Nutztieren dürfte sich verbessern. Wo die Wasserverfügbarkeit nicht limitierend wirkt, könnte vor allem in höheren Lagen die Produktivität im Futteranbau gesteigert werden. Somit könnten abgelegene Bewirtschaftungszonen künftig wieder aufgewertet werden.

Weitere Auswirkungen: Diese Entwicklung kann sich positiv auf den Zielbereich *Überregionale Solidarität* auswirken, falls die Abwanderung aus entlegenen Dörfern dadurch eingedämmt werden könnte.

Wasserökologie: Ein Anstieg der Wassertemperaturen in Flüssen und der Oberflächenschicht der Mittellandseen um ca. 2°C (bis 2050) wird sich auf Fischpopulationen auswirken. So dürften sich die Lebensräume von Warm- und Kaltwasserfischarten als Folge der generellen Erwärmung verschieben und dadurch die Ökosystemdiversität abnehmen. Ebenso können andere Aspekte des Klimawandels, wie zum Beispiel höhere Tagesschwankungen in den Sommertemperaturen, häufigere Extremhochwasser und insbesondere die Zunahme von Trockenperioden für Fischpopulationen generell negative Folgen haben. Weiter führt eine häufigere Entnahme von Wasser durch Bewässerung in gewissen Gewässern zur Verschlechterung der Lebensbedingungen für Wasserlebewesen.

4.2.2. NE-DIMENSION WIRTSCHAFT

Direkte Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche des Bereichs Wirtschaft werden kaum erwartet (siehe auch Abschnitt 4.1). Indirekt wirken sich jedoch die meisten Veränderungen schlussendlich auch auf den Bereich Wirtschaft aus, vor allem auf den *Öffentlichen Haushalt* durch höhere Kosten für die Öffentliche Hand oder auf die *Wirtschaftsstruktur* tangierter Regionen im Kanton Bern.

NE-DIMENSION WIRTSCHAFT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Einkommen Volkseinkommen, Einkommen der privaten Haushalte vergrössern	› Eine Reduktion der Bruttowertschöpfung des Kantons vor allem auf Grund einer durch den Klimawandel beeinträchtigten Weltwirtschaft und dadurch reduzierter Exporte dürfte sich auch auf das einzelne Haushaltseinkommen negativ auswirken.	Alle -	Keine
Lebenskosten Kosten von Konsumgütern, Wohnen, Versicherungen, sonstigen Dienstleistungen senken	› Die Gesundheitsausgaben und Krankenkassenprämien dürften durch die Folgen des Klimawandels im Gesundheitswesen steigen.	Alle -	Keine
Arbeitsmarkt Funktionieren des Arbeitsmarktes: Verfügbarkeit von genügend Arbeitsplätzen und von genügend qualifizierten Arbeitskräften verbessern	› Positive sowie negative Folgen des Klimawandels auf den Tourismus kann auch Folgen für den Arbeitsmarkt nach sich ziehen.	Alle, v.a. A, VA + -	Dies kann wiederum den Zielbereich des Öffentlichen Haushalts beeinflussen.
Investitionen Private und öffentliche Investitionen zur Werterhaltung und zum Ausbau der Infrastruktur	› Zunahme der Investition in Schutzinfrastruktur und Wiederinstandstellung als Folge einer Zunahme von Extremereignissen und veränderten klimatischen Bedingungen (z.B. auftauender Permafrost) vermindert Anteil des öffentlichen Budgets, der für andere Investitionen zur Verfügung steht.	Alle -	Dies belastet wiederum den öffentlichen Haushalt.
Kostenwahrheit Internalisierung von sozialen und ökologischen externen Effekten über das Verursacherprinzip fördern	› Falls die sichtbaren Folgen des Klimawandels zu einer Sensibilisierung der Bevölkerung für ökologische Themen führen würde, könnte auch die Internalisierung externer Kosten verstärkt werden.	0 +	Keine
Ressourceneffizienz Natürliche, finanzielle und Human-Ressourcen effizienter nutzen; Wirtschaftswachstum von Ressourcenverbrauch entkoppeln; Synergien nutzen	› Falls die sichtbaren Folgen des Klimawandels zu einer Sensibilisierung der Bevölkerung für ökologische Themen führen würden, könnte dies auch zu einem Impuls für grössere Ressourceneffizienz führen.	0 +	Keine
Innovationen Innovationskraft und Anpassungsfähigkeit der Wirtschaft verbessern; innovative	› Sich ändernde klimatische Bedingungen und Druck zur Anpassung könnten die Innovationskraft in gewissen Sektoren fördern.	Alle +	Allenfalls könnten aus Anpassungsdruck neue innovative Unternehmen und Arbeitsplätze entstehen.

NE-DIMENSION WIRTSCHAFT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Technologien und Produkte fördern			
Wirtschaftsstruktur Optimaler Mix von Sektoren und Branchen anstreben; Präsenz von innovativen und wertschöpfungsstarken Branchen erhöhen; Nutzung der regionalen Stärken verbessern	› Viele klimatisch bedingte Folgen, welche auf verschiedene Sektoren wirken, haben schlussendlich Folgen auf die Situation der Wirtschaftsstruktur in tangierten Regionen oder im ganzen Kanton (sieh dazu separates Kapitel).	Alle 	Die Wirtschaftsstruktur hat direkten Einfluss auf den Arbeitsmarkt, die Bruttowertschöpfung, auf das Steueraufkommen und auf den öffentlichen Haushalt im Kanton.
Know-how Qualifikation der Arbeitskräfte, berufliche Aus- und Weiterbildung, Wissenstransfer verbessern; Forschung und Entwicklung fördern	› Es wird nicht erwartet, dass der Klimawandel Folgen auf dieses NE Ziel hat. Jedoch könnte im besten Falle durch eine zunehmende Sensibilisierung der Wirtschaft und Politik Wissen, z.B. im Bereich Cleantech, aufgebaut werden.		Keine
Öffentlicher Haushalt Verhältnis von Einnahmen und Ausgaben, Verschuldung, Zinsbelastung; Finanzsituation verbessern	› Die meisten klimatisch bedingten Folgen welche auf verschiedene Sektoren wirken, haben schlussendlich Folgen auf die Situation des öffentlichen Haushalts (sieh dazu separates Kapitel).	Alle 	Zusätzliche Kosten für den öffentlichen Haushalt werden vor allem in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts stark ansteigen, dadurch nachfolgende Generationen belasten und somit das Ziel der Chancengleichheit beeinflussen.
Steuern Steuerbelastung von Privaten und Unternehmen senken (Steuereinnahmen; unter öffentlicher Haushalt)	› Die Zusatzbelastungen der öffentlichen Hand durch Anpassungsmassnahmen und Schadensbehebung dürften höhere Steuern notwendig machen.	Alle 	Keine
Produktion Umwelt- und sozialverträgliche Produktionsformen fördern	› Der Klimawandel könnte allenfalls dazu beitragen, dass Konsumenten und Betriebe auf umwelt- und sozialverträgliche Produktionsformen sensibilisiert werden und diese deshalb vermehrt nachfragen resp. fördern.	Alle 	Keine

Tabelle 3 Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche der NE-Dimension Wirtschaft.

Vertiefung: Wirtschaftsstruktur

Der Kanton Bern hat sich zum Ziel gesetzt, einen optimalen Mix von Sektoren und Branchen anzustreben; die Präsenz von innovativen und wertschöpfungsstarken Branchen zu erhöhen sowie die Nutzung der regionalen Stärken zu verbessern. Die Klimaänderung hat vorwiegend

indirekt Folgen auf die *Wirtschaftsstruktur* vor allem über Sektoren wie Wald/Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Tourismus.

Wald/Forstwirtschaft: Die Veränderung der Produktivität des Waldes hat Folgen für die Wertschöpfung der Forstwirtschaft und wirkt dadurch auf die *Wirtschaftsstruktur* in gewissen Regionen des Kantons.

Landwirtschaft: Eine Erwärmung von 2–3°C wird sich bei ausreichender Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit v.a. positiv auf die Ernteerträge in der Landwirtschaft auswirken. Fällt die Erwärmung höher als 2–3°C aus, wird erwartet, dass die Nachteile bezüglich Ernteerträge jedoch überwiegen. Wie bei der Forstwirtschaft können signifikante Produktivitätsveränderungen direkte Folgen für die Wertschöpfung und somit auf die regionale Wirtschaftsstruktur haben. Die erwartete Zunahme von Hitzesommern und Starkniederschlägen dürfte sich im Gegenzug jedoch negativ auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken. Weiter wird erwartet, dass häufiger auftretende Stürme und Hochwasser das Risiko von Ernteausfällen und Schäden an Infrastruktur erhöhen. Ebenfalls begünstigt wird bei einem wärmeren Klima die Bildung von Unkräutern und Insektenschädlingen, was durch die Vereinfachungen in der Fruchtfolge und die Konzentration auf wenige Kulturpflanzen noch akzentuiert werden könnte. In der Tierhaltung kann Hitzestress zu einem erhöhten Krankheitsrisiko für den Tierbestand und zu erhöhter Mortalität führen.

Tourismus: Beim Tourismus wird erwartet, dass es Gewinner- und Verliererregionen geben wird. Bei Hitzeperioden können Seenregionen sowie alpine Regionen als Tourismusstandort an Attraktivität gewinnen. Der Sommertourismus kann durch wärmere Sommer ebenfalls belebt werden. Voralpine sowie tiefer gelegene alpine Skigebiete sind andererseits mit einer abnehmenden Schneesicherheit konfrontiert, was vor allem für voralpine Wintertourismusgebiete einschneidende Auswirkungen auf die *Wirtschaftsstruktur* nach sich ziehen wird. Ebenfalls gefährdet könnte bei anhaltenden Hitzeperioden der Standort „Stadt“ sein. Es ist also möglich, dass durch die Diversifizierung des touristischen Angebots (Umbau und Ausrichtung der touristischen Infrastruktur auf Sommerbetrieb) zu saisonaler und struktureller Verlagerung von Erträgen kommen wird.

Global gesehen dürfte der Tourismus des Kantons Bern netto als Gewinner dastehen. Da dessen Destinationen im europäischen Vergleich zum Teil sehr hoch liegen, besitzen sie bei höher steigenden Schneegrenzen einen Wettbewerbsvorteil wie nur wenige andere Gebiete.

Vertiefung: Öffentlicher Haushalt

Der Zielbereich *Öffentlicher Haushalt* betrifft das Verhältnis von Einnahmen und Ausgaben, die Verschuldung, die Zinsbelastung sowie die allgemeine Finanzsituation der öffentlichen Hand. Die Verflechtung der Auswirkungen eines sich ändernden Klimas ist enorm vielschichtig. Viele klimatisch bedingte Folgen werden in nachgelagerter Instanz Auswirkungen auf den Öffentlichen Haushalt haben, ausgelöst durch steigende Kosten. **Volkswirtschaftliche Folgen** durch erhöhte öffentliche Ausgaben ergeben sich vor allem in den Sektoren Tourismus (positive oder negative), Energie (negative) sowie Bauten und Infrastruktur (v.a. negative) und Gesundheit (negative). Die Zunahme der Extremereignisse (wie Hochwasser, Sturmschäden) erhöht den Druck auf die öffentliche Hand vor allem im Infrastrukturbereich. Über einen Anstieg der Wintertemperatur und einen Rückgang von Schnee und Frosttagen ergeben sich durch den Klimawandel jedoch auch positive Effekte im Bereich Verkehr. Frostschäden an der Infrastruktur sowie Ausgaben durch den Winterdienst gehen zurück und Verkehrsbehinderungen durch Schnee und Eis werden reduziert. Diese Einsparungen könnten aber auch durch schnellere Alterung der Infrastruktur und mehr Reparaturkosten aufgehoben werden. Im Wassersektor wird ein Rückgang der Einnahmen von Wasserzinsen durch rückläufige Jahresproduktion der Wasserkraftwerke erwartet.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht werden die **internationalen Einflüsse** als insgesamt bedeutender eingestuft als die direkten Auswirkungen der Klimaänderung in der Schweiz (INFRAS 2007). Der Klimawandel führt weltweit zu wirtschaftlichen Einbussen und Schäden, welche nicht durch entsprechende klimatische Verbesserungen aufgewogen werden dürften. Dies mindert die Kaufkraft der Weltregionen und auch die Struktur der Nachfrage. Insgesamt ist (im Vergleich zum Referenzszenario) aus den vom Klimawandel stärker betroffenen Weltregionen mit einer sinkenden Nachfrage nach Importen von Waren und Dienstleistungen aus der Schweiz zu rechnen. Die Änderung der regionalen Klimabedingungen (z.B. liegen 30 der 50 grössten Städte der Welt am Meer) sowie die Verschiebung der Vegetationszonen können die wirtschaftlichen Grundlagen ganzer Regionen beeinträchtigen. Gefährdet sind die günstigen Wirtschaftsbedingungen was zu verstärkten Verteilungskämpfen führen kann. Insbesondere beim Wasser wird ein solches Szenario erwartet. Dadurch können neue Migrationsströme auslösen werden, die die bisherigen Migrationsbewegungen weit übersteigen, wodurch im Gegenzug die internationale Stabilität und Sicherheit bedroht werden kann (INFRAS 2007). Die Gefährdung der Schweizer Exporte als Folge des globalen Klima-

wandels und aufgrund der starken internationalen Verflechtung reduziert die Wertschöpfung des Kantons und damit das Steueraufkommen.

4.2.3. NE-DIMENSION GESELLSCHAFT

NE-DIMENSION GESELLSCHAFT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Lärm/Wohnqualität Lärmbelastung, Wohnlage und -umfeld (Erreichbarkeit, Erholungsmöglichkeiten, soziale Durchmischung etc.) verbessern	<ul style="list-style-type: none"> › Es wird nicht erwartet, dass der Klimawandel Folgen für diesen Zielbereich hat. 	0	Keine
Mobilität Räumliche Mobilität, Erreichbarkeit von wichtigen Infrastrukturen und Dienstleistungen, Zugang zum öffentlichen Verkehr verbessern	<ul style="list-style-type: none"> › Die Erreichbarkeit von wichtigen Infrastrukturen könnte gegebenenfalls kurzfristig beeinträchtigt werden durch Extremereignisse (Sturm, Hochwasser etc.). 	Alle -	Dies kann Folgen für den öffentlichen Haushalt haben (Widerstandstellung der Verkehrsinfrastruktur).
Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung, Gesundheitsversorgung, Prävention gewährleisten/verbessern	<ul style="list-style-type: none"> › Wiederkehrende Hitzewellen, Extremereignisse, Lebensmittelvergiftungen als Folge einer höheren mittleren Temperatur führen zu zusätzlichen Verletzungen, Krankheiten oder Todesfällen. › Die Klimaerwärmung begünstigt ebenfalls die Bedingungen für Atemwegserkrankungen und Allergien. › Die Zunahme von vektorübertragenen exotischen Krankheiten (z.B. Malaria) beim Menschen ist wenig wahrscheinlich, da die Verbreitung solcher Krankheiten nicht nur vom Klimawandel, sondern beispielsweise auch von Vegetation (z.B. Sumpfbereiche) oder von den hygienischen Verhältnissen abhängig ist. Krankheiten, die sich vom Tier auf den Menschen übertragen, sind jedoch im Vormarsch. Eine stärkere Auswirkung als auf exotische Krankheiten, könnte die Klimaänderung auf einheimische Krankheiten wie beispielsweise Borreliose haben. › Neben dem erhöhten Krankheits- und Mortalitätsrisiko fällt aus ökonomischer Sicht ausserdem der Rückgang der Leistungsfähigkeit von ArbeitnehmerInnen bei lang anhaltender Hitze ins Gewicht. 	Alle, v.a. ML -	Die vorwiegend negativen Auswirkungen der Klimaänderung auf die Gesundheit werden zu einem erhöhten Kostendruck führen und beeinflussen somit indirekt die Zielbereiche Lebenskosten sowie öffentlicher Haushalt.

NE-DIMENSION GESELLSCHAFT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Sicherheit Physische Sicherheit (vor Gewalt, im Verkehr, vor Naturkatastrophen etc.), Rechtssicherheit, Versorgungssicherheit gewährleisten/verbessern	<ul style="list-style-type: none"> › Der Klimawandel kann über verschiedene Sektoren, Extremereignissen und internationale Verflechtungen zu Bedrohungen im Zielbereich Sicherheit führen. 	Alle -	Die Bedrohung der physischen Sicherheit kann den Zielbereich öffentlicher Haushalt, Wirtschaftsstruktur und Investitionen beeinflussen.
Einkommens-/Vermögensverteilung Zu starkes Auseinanderklaffen der hohen und niedrigen Einkommen/Vermögen vermeiden	<ul style="list-style-type: none"> › Es ist unklar, welche Folgen der Klimawandel im Kanton Bern für diesen Zielbereich hat. › Global dürften die Folgen des Klimawandels zu einer Vergrösserung der Ungleichheit zwischen reichen und armen Bevölkerungsgruppen und Ländern führen, da die grössten Folgen in den Entwicklungsländern erwartet werden. 	Global -	Dies kann Folgen für die Soziale Sicherheit haben.
Partizipation Teilnahme an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen (Abstimmungen, Wahlen, informelle Mitwirkungsmöglichkeiten), Information/Kommunikation verbessern	<ul style="list-style-type: none"> › Es wird nicht erwartet, dass der Klimawandel Folgen auf diesen Zielbereich hat. 	0	Keine
Kultur und Freizeit Identität, Lebensformen, Kulturschaffen, Kultur- und Freizeitangebot, Freiwilligenarbeit, Vereine unterstützen/fördern	<ul style="list-style-type: none"> › Es wird nicht erwartet, dass der Klimawandel signifikante Folgen für diesen Zielbereich hat. 	0	Keine
Bildung Schulausbildung, Erwachsenenbildung verbessern (berufsspezifische Bildung: unter Wirtschaft, Know-how)	<ul style="list-style-type: none"> › Es wird nicht erwartet, dass der Klimawandel Folgen für diesen Zielbereich hat. Die Bildung wird jedoch eine wichtige Rolle bei den Massnahmen zur Adaptation spielen (Prävention). 	0	Keine
Soziale Sicherheit Existenz sichern; soziale Risiken (Stellenverlust, Krankheit, Familienlasten etc.) abdecken; soziales Netz fördern	<ul style="list-style-type: none"> › Der Klimawandel kann langfristige Folgen auf die soziale Sicherheit haben, v.a. durch geringere Wirtschaftsleistung und Einkommen, höhere Gesundheitskosten etc., was einkommensschwache Haushalte bedrohen kann. 	Alle -	Dies kann auch Folgen für den öffentlichen Haushalt haben (tiefere Steuereinnahmen wegen geringerem Wirtschaftswachstum, höhere Gesundheitskosten).
Integration Zusammenhalt der ganzen	<ul style="list-style-type: none"> › Die globalen Folgen des Klimawandels 	Alle	Dies kann auch Folgen für die soziale Sicherheit und den öffentli-

NE-DIMENSION GESELLSCHAFT			
Zielbereich	Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche	Auswirkungen	Auswirkungen auf weitere Zielbereiche
Bevölkerung (Kinder, Alte, Ausländer/-innen etc.) stärken; Zusammenleben, Einbindung, Engagement, Beziehungsnetze fördern	könnten zu einer Zunahme von MigrantInnen aus vom Klimawandel besonders betroffenen Regionen der Entwicklungsländer führen. Damit könnten stärkere Integrationsmassnahmen notwendig werden.	-	chen Haushalt haben.
Chancengleichheit unabhängig von Geschlecht, ethnischer Herkunft etc., Gleichbehandlung durch die Behörden gewährleisten/verbessern	› Die erwarteten volkswirtschaftlichen Schäden werden bis 2050 moderat sein. Es wird jedoch erwartet, dass sie in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts stark ansteigen und nachfolgende Generationen belasten und in ihren Chancen beeinträchtigen dürften.	Alle -	Dies wird ebenfalls Auswirkungen auf den Öffentlichen Haushalt haben.
Überregionale Solidarität Zusammenarbeit, Solidarität, Unterstützung von anderen Regionen im In- und Ausland verbessern	› Als Folge von Neubelebung oder Aufgabe von abgelegenen Regionen (z.B. aufgrund des Risikos von Naturkatastrophen oder neuer Tourismusformen) kann der Klimawandel positive oder negative Folgen auf die überregionale Solidarität haben, v.a. im Bereich der Unterstützung von anderen Regionen.	Alle + -	Keine

Tabelle 4 Folgen der Klimaänderung auf die Zielbereiche der NE-Dimension Gesellschaft.

Vertiefung: Sicherheit

Neben der Sicherstellung der *sozialen Sicherheit* hat sich der Kanton Bern ebenfalls zum Ziel gesetzt, die *physische Sicherheit* beispielsweise vor Gewalt, im Verkehr, vor Naturkatastrophen etc. sowie die Rechtssicherheit und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und zu verbessern. Einerseits wirkt sich der Klimawandel durch Extremereignisse wie Starkniederschläge und Hochwasser und anhaltende Trockenperioden auf den Zielbereich Sicherheit aus (v.a. in den Sektoren Bauten und Infrastrukturen v.a. Verkehrsinfrastruktur und der Landwirtschaft), andererseits aber auch durch internationale Einflusskanäle.

Bauten und Infrastruktur: Die Zunahme von Intensität und Häufigkeit von Starkniederschlägen führt zu einer Zunahme der Abflüsse im Winter und im Frühling, wodurch die Gefahr von Hochwasser zunimmt. Durch die Zunahme der Starkniederschläge steigt auch die Gefahr durch Murgänge, Hangmuren und Rutschungen (dies fördert den Feststoffeintrag in alpinen Gewässern zusätzlich). Diese Folgen, wie auch Stürme und Hagelereignisse, gefähr-

den Gebäude und weitere Infrastruktur, im Speziellen die Tourismusinfrastruktur (beispielsweise durch das Auftauen von Permafrost).

Extremere Wetterereignisse stellen eine Belastung für die Verkehrsinfrastruktur dar. Unwetter, Überschwemmungen, aber auch grosser Hitze verringern die durchschnittliche Lebensdauer der Infrastrukturen und führen zu erhöhten Unterhalts- und Reparaturkosten oder sogar zu einem vorzeitig notwendigen Ersatz. Im Bereich Gebäude kann anhaltende Trockenheit zu Bodenabsenkungen und somit zu erheblichen Schäden führen. Mildere Winter hingegen können zu einem Rückgang der Frostschäden führen.

Auswirkungen im Bereich Bauten und Infrastruktur beeinflussen schlussendlich die Zielbereiche *Öffentlicher Haushalt, Wirtschaftsstruktur und Investitionen*.

Wald: Ungewiss ist, ob sich die langsam wachsenden Bergwälder genügend rasch an die klimatischen Veränderung anpassen können. Andernfalls könnte die Stabilität der vorhandenen Schutzwälder bedroht werden. Für einige Wälder wird jedoch eine verstärkte Produktivität oder Zunahme der Waldfläche zur Stabilisierung von Hängen beitragen. Andererseits führen extreme Sturmereignisse zur Gefährdung der physischen Sicherheit und zur Gefährdung der Schutzfunktion des Waldes. Ebenfalls führen vermehrte Trockenperioden im Sommer (insbesondere im Mittelland) zu einer Zunahme des Waldbrandrisikos im Kanton.

Internationale Einflusskanäle: Der Klimawandel dürfte in vielen Weltregionen die Wohlfahrt der Bevölkerung beeinträchtigen, die Verteilung der günstigen Wirtschaftsbedingungen zum Teil erheblich verändern und zu verstärkten Verteilungskämpfen führen, insbesondere beim Thema Wasser. Somit kann auch die internationale Stabilität und Sicherheit bedroht werden (INFRAS 2007).

5. HANDLUNGSBEDARF UND HANDLUNGSFELDER

Um den Handlungsbedarf zu eruieren, werden die Resultate der Untersuchung der Folgen des Klimawandels (Kap. 4) zunächst bewertet. Hier geht es im Wesentlichen um die Frage: „Welche Folgen sind tragbar und welche nicht?“.

Dabei werden einerseits die Risiken identifiziert, welche zu potentiell hohen Kosten führen könnten gemäss Analogieschlüssen aus der Literatur (z.B. Ecologic/INFRAS 2009). Andererseits werden auch (methodisch schwieriger fassbare) nicht-monetäre Aspekte wie

intrinsische Werte von Naturlandschaften berücksichtigt. Diese qualitative und vorläufige Bewertung wurde im Rahmen zweier Workshops mit der Arbeitsgruppe validiert und angepasst. Dieses pragmatische Vorgehen erlaubt es, auch bei schlechter Datenlage und grossen Unsicherheiten, wie sie für den Klimawandel typisch sind, robuste Entscheide zu treffen.

Zu den durch diesen Vergleich als prioritär erkannten Risiken des Klimawandels werden dann entsprechende Handlungsfelder definiert, auf denen ein Satz von Massnahmenfeldern aufgebaut werden kann.

Bei den identifizierten Chancen drängt sich kein direkter Handlungsbedarf auf, ausser allenfalls die Einleitung von Massnahmen zur optimalen Nutzung des Potentials oder der Betrachtung, inwiefern Chancen in den einen Bereich allenfalls Risiken in den anderen ausgleichen können (z.B. Thema Sommer- vs. Wintertourismus).

Resultat der Bewertung

Die folgende Tabelle zeigt das Resultat dieser qualitativen Bewertung der Risiken und Chancen des Klimawandels. Für jeden als prioritär identifizierten Aspekt im Zusammenhang mit Zielbereichen und einem bestimmten Handlungsfeld wird stichwortartig begründet, weshalb dieses Handlungsfeld als besonders relevant bewertet wurde (Spalte „Bewertung der Relevanz“). Nicht in der Tabelle aufgeführte Handlungsfelder wurden als weniger prioritär bewertet.

Massnahmenfelder

Weiter werden für jedes als relevant identifizierte Handlungsfeld erste Massnahmenfelder skizziert. Dies soll einen Ausgangspunkt bilden für die weitere Erarbeitung von Massnahmenfeldern und Massnahmen. Am Workshop wurden auch diese Massnahmenfelder diskutiert und validiert.

BEWERTUNG DES HANDLUNGSBEDARFS UND DER HANDLUNGSFELDER			
NE-Zielbereiche	Handlungsfeld	Bewertung der Relevanz	Massnahmenfelder
<ul style="list-style-type: none"> › Öffentlicher Haushalt › Investitionen › Sicherheit 	Verkehrsinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> › Investitionen in Verkehrsinfrastruktur sowie deren Unterhalt und Erneuerung sind sehr teuer (forst- und landwirtschaftlichen Anlagen). › Verkürzung der typischen Lebensdauer von Verkehrsinfrastruktur, erhöhte Kosten für Unterhalt und Reparatur haben sofort signifikante Wirkungen auf Budgets. › Es entstehen grosse Belastungen für den öffentlichen Haushalt. › Die Verkehrswege bilden das Rückgrat der Volkswirtschaft. Ihre Beeinträchtigung führt zu schwerwiegenden Folgen für den ganzen Kanton. 	<ul style="list-style-type: none"> › Raumplanerische Massnahmen (z.B. Umsetzung Gefahrenkarten) › Exponierung von Verkehrsinfrastruktur vermeiden › Planung und Unterhalt von Verkehrsinfrastruktur und Bauweise optimieren › Optimierung bestehender Infrastrukturen um Schäden zu minimieren › Warnung und Alarmierung › Monitoring und Beobachtung › Neue Schutzbauten und Schutzwaldpflege
<ul style="list-style-type: none"> › Öffentlicher Haushalt › Wirtschaftsstruktur › Lebenskosten › Sicherheit 	Gebäudeschäden Personenschäden	<ul style="list-style-type: none"> › Kanton Bern ist dicht besiedelt und aufgrund topographischer und geologischer Disposition Naturgefahren ausgesetzt. Der Versicherungswert der 380'000 Gebäude beträgt CHF 300 Mia. Schäden tangieren sehr schnell grosse Werte. › Personenschäden werden gesellschaftlich stark wahrgenommen und sind deshalb wichtig für Handlungsbedarf. › Gebäudeschäden, v.a. bedingt durch Hochwasser (aber auch Sturm und Hagel), belasten Private wie auch den öffentlichen Haushalt. 	<ul style="list-style-type: none"> › Raumplanerische Massnahmen (z.B. Umsetzung Gefahrenkarten) › Vermeidung von Objektschäden durch Anpassen der Gebäudehüllen › Wartungsmassnahmen › Monitoring und Beobachtung; Frühwarnsysteme aufbauen und verbessern › Neue Schutzbauten und Schutzwaldpflege
<ul style="list-style-type: none"> › Gesundheit › Öffentlicher Haushalt › Steuern › Lebenskosten 	Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> › Steigende Ausgaben für Krankenversicherungen durch erhöhte Beiträge oder Ausgaben der öffentlichen Hand. › Höhere Gesundheitskosten. › Leistungsrückgänge bei Arbeitnehmern werden sich auf die Einnahmeseite der Unternehmungen wie auch des öffentlichen Haushalts auswirken. 	<ul style="list-style-type: none"> › Sensibilisierung der Bevölkerung › Reduktion der Emissionen bei vermehrten Inversionslagen › Prävention/Bekämpfung hitzebedingter Infektionskrankheiten › Notfallplanung › Monitoring und Beobachtung › Massnahmen ohne staatliche Lenkung: z.B. Anpassung der Arbeitszeiten

BEWERTUNG DES HANDLUNGSBEDARFS UND DER HANDLUNGSFELDER			
NE-Zielbereiche	Handlungsfeld	Bewertung der Relevanz	Massnahmenfelder
<ul style="list-style-type: none"> › Öffentlicher Haushalt › Wirtschaftsstruktur › Arbeitsmarkt 	Tourismus	<ul style="list-style-type: none"> › Tourismus ist im Kanton Bern ein sehr relevanter Wirtschaftsfaktor. Jeder zehnte Arbeitsplatz im Kanton hängt vom Tourismus ab – im Berner Oberland sogar fast jeder dritte. › Es wird Gewinner und Verliererregionen geben im Sektor Tourismus, wodurch der öffentliche Haushalt und vor allem auch der Arbeitsmarkt direkt betroffen sein werden. 	<ul style="list-style-type: none"> › Umgang mit höher gelegenen Geländekammern, künstliche Beschneigung › Angebotsergänzung im Winter, Vier-Jahreszeiten-Tourismus, Rückzug aus dem Skitourismus › Raumplanerische Massnahmen (z.B. bei touristischen Entwicklungskonzepten)
<ul style="list-style-type: none"> › Öffentliche Haushalt › Wasserhaushalt › Wasserqualität › Natur und Landschaft › Sicherheit 	Wasserwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> › Auf kantonaler Ebene hat die Wasserwirtschaft eine grosse Bedeutung, in den Bereichen Wasserversorgung, Wassernutzung, Gewässerschutz. › Grundwasserfassungen werden hauptsächlich durch Flüsse und Seen gespeist und bilden somit das Rückgrat für die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichend Trinkwasser. › Die Bedeutung des Quellwassers (vor allem zur Deckung des Spitzenbedarfs) wird weiter zurückgehen. › Es wird von einem steigenden Wasserbedarf ausgegangen (v.a. für landwirtschaftliche Bewässerung und Kühlung). › Hochwasser könnten häufiger zu erwarten sein und werden in Zukunft grosser Investitionen nach sich ziehen. › Die Wasserwirtschaft untersteht schon heute vielen Nutzungskonflikten, was sich in Zukunft noch verstärken wird (Energie, Landwirtschaft, Trinkwasser, Gewässerökologie, Fischerei etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> › Bauliche Massnahmen (Hochwasserschutz) › Chancen bei anstehenden Anlagensanierungen nutzen › Abstimmung landwirtschaftliche Bodennutzung zu Wasserdargebot (Bewässerungsstrategie) › Konflikte zwischen Wasserkraftwerken und Gewässerökologie minimieren › Neue Kühlkonzepte prüfen, Kühlwasser vor Rückgabe ins Grundwasser zu Heizzwecken nutzen › Prüfung und Entwicklung neuer Ansätze zum (überregionalen) Wassermanagement (z.B. Mehrfachnutzung der Speicherseen für Stromproduktion, Wasserversorgung, Hochwasserschutz etc.) › Raumplanerische Massnahmen (z.B. Raumbedarf Gewässer)

BEWERTUNG DES HANDLUNGSBEDARFS UND DER HANDLUNGSFELDER			
NE-Zielbereiche	Handlungsfeld	Bewertung der Relevanz	Massnahmenfelder
<ul style="list-style-type: none"> › Energieverbrauch › Energiequalität › Öffentlicher Haushalt 	Energiewirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> › Der veränderten Energieverbrauch (Nachfrageseite; weniger Wärme und mehr Kühlleistung) sowie Veränderungen von wirtschaftlichen (Energiepreisentwicklung) und politischen Rahmenbedingungen (z.B. Kyoto Protokoll, CO₂-Gesetz, Energieperspektiven) haben einen grossen Einfluss auf den Energiesektor (Angebot und Nachfrage). › Die BFE-Energieperspektiven erwarteten eine Reduktion der Elektrizitätserzeugung aus Wasserkraft -7% in 2030 für Laufkraftwerke wie Speicherkraftwerke. Diese Schätzung ist mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden. › Hitzesommer 2003 und 2006 zeigten, dass die Produktion in KKW's signifikant reduziert werden musste, wegen hohen Flusswassertemperaturen. 	<ul style="list-style-type: none"> › Bauliche Massnahmen bei Gebäuden › Forschung und Ausbildung › Förderung von Effizienzmassnahmen. Ausbau neuer erneuerbarer Elektrizitätsproduktion › Vermehrt in nichtthermische Elektrizitätsproduktion investieren (erneuerbare Energien) › Konflikt zwischen Energienutzung aus Wasserkraft und anderer Wassernutzung minimieren › Erhöhung Effizienz bestehender Wasserkraftwerke › Konflikt zwischen Schutz und Nutzung der Gewässer minimieren
<ul style="list-style-type: none"> › Öffentlicher Haushalt › Sicherheit 	Internationale Einflusskanäle	<ul style="list-style-type: none"> › Einflüsse des Klimawandels im Ausland, welche über internationale Einflusskanäle auf den Kanton einwirken, wie die Auswirkungen auf Handelsströme (Exporte und Importe), Migration, technologisch Entwicklung und Sicherheit werden die nationalen Einflusskanäle bezüglich volkswirtschaftlicher Bedeutung übersteigen. › Gesamtschweizerisch gesehen, sind bis 2050 rund 1.4-2.5% der Schweizer Exporte und 0.5-0.8% des BIP gefährdet. Das heisst nicht, dass sie wegfallen, sondern dass diese Teile besonders gefordert sind. 	<ul style="list-style-type: none"> › Bewältigung internationaler Einflüsse › Stärkung relevanter Wirtschaftsstrukturen › Nutzen von Chancen, die sich durch den Klimawandel für gewisse Sektoren oder Exportbereiche ergeben
<ul style="list-style-type: none"> › Natur und Landschaft › Wasserhaushalt › Biodiversität › Wirtschaftsstruktur › Überregionale Solidarität 	Veränderung von Kulturlandschaften	<ul style="list-style-type: none"> › Der Klimawandel dürfte zur signifikanten Verschiebungen und Veränderungen der Kulturlandschaften im Kanton Bern führen und das Bild der Landschaft in den Alpen, Voralpen, Mittelland und Jura verändern. › Dies dürfte auch direkte Folgen für Tourismus, Land- und Forstwirtschaft haben. › Veränderungen in der terrestrischen wie auch aquatischen Biodiversität wird direkte Folgen für das Landschaftsbild, die Land- und Forstwirtschaft aber beispielsweise auch auf die Gesundheit haben. › Kulturlandschaften haben immer auch einen kulturellen und gesell- 	<ul style="list-style-type: none"> › Erarbeitung klimasicherer Planungsstrategien, welche auch unter Szenarien des Klimawandels noch Bestand haben für Raumplanung, Land-, Forst- und Tourismus-Wirtschaft, um die vielfältigen Kulturlandschaften des Kantons trotz Veränderungen attraktiv zu erhalten › Agrarpolitische Massnahmen, Umbau bestehender Förderinstrumente › Monitoring und Beobachtung › Sensibilisierung der Bevölkerung, Wissensvermitt-

BEWERTUNG DES HANDLUNGSBEDARFS UND DER HANDLUNGSFELDER			
NE-Zielbereiche	Handlungsfeld	Bewertung der Relevanz	Massnahmenfelder
		schaftlichen Wert. › Der Schutz des Landschaftsbildes ist ein übergeordnetes Nachhaltigkeitsziel der Schweizer Raumplanung.	lung

Tabelle 5

6. UNTERSUCHUNG AUSGEWÄHLTER MASSNAHMENFELDER

Am Beispiel der drei Handlungsfelder *Verkehrsinfrastruktur*, *Gesundheit* sowie *Veränderung von Kulturlandschaften* werden im Folgenden die entsprechenden Massnahmenfelder einer ersten qualitativen Kosten-Nutzen-Analyse unterzogen (diese Handlungsfelder wurden als Beispiele zur Illustration ausgewählt, sie sind nicht mehr- oder weniger relevant als die anderen in Tabelle 5 genannten Handlungsfelder).

Für die monetäre Bewertung wird die Grössenordnung der zu erwarteten zusätzlichen Ausgaben zur Ergreifung der Massnahmen durch die öffentliche Hand dargestellt (hoch, mittel, tief) sowie das Verhältnis der erwarteten Kosten zu den durch die Massnahmen verhinderten Schäden in qualitativer Weise im Kosten-Nutzen-Verhältnis geschätzt (sehr gut, gut, unklar). Dies beruht auf vorläufigen Schätzungen, welche später noch validiert werden müssen. Massnahmenfelder mit schlechtem Kosten-Nutzenverhältnis werden nicht explizit aufgeführt. Neben der monetären Kosten-Nutzen-Betrachtung werden weitere Aspekte aufgeführt, die wichtig für die Bewertung von Massnahmenfeldern sind.

Weiter werden auch Faktoren wie die zeitliche Dimension und Dringlichkeit (kurz-/mittel-/langfristig) und die Flexibilitätsdimension (Regret/no-Regret und Szenariovariabilität) diskutiert sowie auf die besondere Wichtigkeit der Massnahmen für bestimmte Regionen des Kantons hingewiesen.

Am 2. Workshop wurden die geschätzten Bewertungen der Beispiele von Massnahmenfeldern wiederum diskutiert und validiert. Die Inputs aus dem Workshop wurden daraufhin in den vorliegenden Bericht eingearbeitet.

6.1. HANDLUNGSFELD VERKEHRSINFRASTRUKTUR

ERSTE KOSTEN-NUTZEN-BEWERTUNG MASSNAHMENFELDER			
Massnahmenfeld	Kosten	Kosten/Nutzen	Weitere Aspekte
› Raumplanerische Massnahmen (z.B. Umsetzung Gefahrenkarten)	Tief ⁷	Sehr gut	
› Exponierung von Verkehrsinfrastruktur vermeiden	Mittel	Gut	
› Planung und Unterhalt von Verkehrsinfrastruktur und Bauweise optimieren	Tief/Mittel	Gut	
› Optimierung bestehender Infrastrukturen um Schäden zu minimieren	Hoch	Mässig	
› Warnung und Alarmierung	Tief	Sehr gut	
› Monitoring und Beobachtung	Tief	Sehr gut	Synergien mit Planung und Unterhalt
› Neue Schutzbauten und Schutzwaldpflege	Hoch resp. Mittel	Mässig resp. gut	

Tabelle 6 Quelle: eigene Schätzungen.

- › *Dringlichkeit*: Generell kurz- bis mittelfristig; wegen langer Lebensdauer von Verkehrsinfrastruktur sollten insbesondere planerische und bauliche Massnahmen frühzeitig in Angriff genommen werden. Ein früher Beginn mit Monitoring und Beobachtung sorgt für lange und robuste Zeitreihen, was die Verlässlichkeit der Resultate verbessert.
- › *Flexibilität der Massnahmen (Regret/no-Regret)*: Planungen sind relativ flexibel, falls sich die Gefährdungslagen nicht entsprechend den Projektionen entwickelt haben, können sie wieder geändert werden. Bei baulichen Massnahmen ist die Flexibilität geringer, da einmal getätigte Bauinvestitionen in der Regel nicht rückgängig gemacht werden können.
- › *Regionale Schwerpunkte*: Die Verkehrsinfrastruktur überzieht den ganzen Kanton. Massnahmenfelder sollten alle Regionen des Kantons in Betracht ziehen. Dies mit Fokus auf exponierte Stellen für Naturgefahren wie Überflutungen, Murgänge, Bergstürze etc. Fragen der allfälligen schnelleren Alterung und des Unterhaltes dürften sich auf das gesamte Verkehrsnetz beziehen.

⁷ Planungskosten tief, falls keine Entschädigungen bezahlt werden müssen.

6.2. HANDLUNGSFELD GESUNDHEIT

ERSTE KOSTEN-NUTZEN-BEWERTUNG MASSNAHMENFELDER			
Massnahmenfeld	Kosten	Kosten/Nutzen	Weitere Aspekte
› Sensibilisierung der Bevölkerung	Tief	Sehr gut	Synergien mit allgemeiner Gesundheitsprävention
› Reduktion der Emissionen bei vermehrten Inversionslagen	Mittel	Gut	Synergien mit Bereich Lufthygiene/Umweltnutzen
› Prävention/Bekämpfung hitzebedingter Infektionskrankheiten	Tief-Hoch	Unklar	Verbindung zur Gesundheitspolitik allgemein und Gesundheitskosten
› Notfallplanung	Tief	Sehr gut	Synergien mit herkömmlicher Notfallplanung
› Monitoring und Beobachtung	Tief	Sehr gut	
› Massnahmen ohne staatliche Lenkung: z.B. Anpassung der Arbeitszeiten	Mittel	Gut bis unklar	

Tabelle 7 Quelle: eigene Schätzungen, Vertiefung und Validierung an den Workshops vom 7. Juli und 2. November 2010.

- › *Dringlichkeit*: Generell tiefer, da Veränderungen erst langsam über die Jahrzehnte eintreffen dürften. Zur Erkennung dieser Veränderungen ist jedoch ein Monitoring- und Beobachtungssystem zentral; ein früher Beginn sorgt hier für lange und robuste Zeitreihen, was die Verlässlichkeit der Resultate verbessert.
- › *Flexibilität der Massnahmen (Regret/no-Regret)*: Die Massnahmenfelder sind im Allgemeinen sehr flexibel und können laufend der Entwicklung der Gefahrenlage angepasst werden. Wichtig ist, dass Massnahmen nicht isoliert durchgeführt, sondern im Rahmen bestehender gesundheitspolitischer Aktivitäten durchgeführt und Synergien zu bestehenden Instrumenten (wie z.B. von Pandemiestrategien) gesucht werden.
- › *Regionale Schwerpunkte*: Hitzebedingte Beeinträchtigungen der Gesundheit dürften sich vor allem im Mittelland manifestieren und dort allfälligen Handlungsbedarf auslösen.

6.3. HANDLUNGSFELD VERÄNDERUNG VON KULTURLANDSCHAFTEN

ERSTE KOSTEN-NUTZEN-BEWERTUNG MASSNAHMENFELDER			
Massnahmenfeld	Kosten	Kosten/Nutzen	Weitere Aspekte
› Erarbeitung klimasicherer Planungsstrategien (welche auch unter dem Szenario des Klimawandels noch Bestand haben) für die Raumplanung aber auch der für Land-, Forst- und Tourismus-Wirtschaft, um die vielfältigen Kulturlandschaften des Kantons trotz Veränderungen attraktiv zu erhalten	Tief	Sehr gut	Synergien mit Raumplanung und wirtschaftlicher Strukturentwicklung im Kanton generell
› Agrarpolitische Massnahmen, Umbau bestehender Förderinstrumente	Mittel	Gut	
› Monitoring und Beobachtung	Tief	Sehr gut	
› Sensibilisierung der Bevölkerung, Wissensvermittlung	Tief	Gut bis unklar	Synergien mit Wissensbedarf von Politik und Bevölkerung (z.B. Anfragen)

Tabelle 8 Quelle: eigene Schätzungen, Vertiefung und Validierung an den Workshops vom 7. Juli und 2. November 2010.

- › *Dringlichkeit*: Hoch für Einbezug von Aspekten des Klimawandels in Raumplanung, da Vorlaufzeiten sehr lange sind. Zur Erkennung dieser Veränderungen ist ein Monitoring- und Beobachtungssystem zentral; ein früher Beginn sorgt hier für lange und robuste Zeitreihen, was die Verlässlichkeit der Resultate verbessert. Das eidgenössische Parlament hat bereits eine weitreichende Revision der Gewässerschutzgesetzgebung beschlossen, die auf 2011 in Kraft tritt. Der Gesetzgeber will dabei den Schutz der Räume entlang den Gewässern erheblich verstärken und gleichzeitig die Revitalisierung der Gewässer in den nächsten Jahrzehnten massiv fördern.
- › *Flexibilität der Massnahmen (Regret/no-Regret)*: Die Massnahmenfelder sind im Allgemeinen sehr flexibel und können laufend der Entwicklung der Veränderungen angepasst werden. Wichtig ist, keine spezielle „Klimawandelraumplanung“ zu betreiben, sondern Synergien zu suchen und das Thema Klimawandel im Rahmen der bestehenden Raumplanungsprozesse zu integrieren.
- › *Regionale Schwerpunkte*: Grundsätzlich sollten Massnahmenfelder alle Regionen des Kantons in Betracht ziehen. Veränderungen in der Biodiversität dürften sich eventuell am stärksten im Mittelland und in den Voralpen manifestieren.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Die direkten Folgen der erwarteten klimatischen Veränderungen bis 2050 für das Gebiet des Kantons Bern dürften im grossen Ganzen als bewältigbar gelten. Die indirekten Folgen durch die Beeinträchtigung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Systeme in Drittstaaten und ihre Rückwirkungen auf die Schweiz und den Kanton Bern dürften wesentlich grösser sein (siehe Handlungsfeld „Internationale Einflusskanäle“).

Dennoch ist der Kanton durch seine spezifischen wirtschaftlichen und landschaftlichen Charakteristika mannigfaltigen Herausforderungen und Risiken ausgesetzt, wobei für gewisse Bereiche durchaus auch Chancen bestehen (Kapitel 4). Die Analyse der Folgen des Klimawandels für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft unterstreicht neben den direkten Wirkungen auch die Wichtigkeit der vielen indirekten Wirkungen zwischen den betrachteten Bereichen und die Notwendigkeit übersektorieller Betrachtungen, welche auch Wechselwirkungen zwischen den Sektoren berücksichtigen (z.B. Wasserwirtschaft – Landwirtschaft).

Die Vielfalt der potentiell betroffenen Bereiche zeigt sich auch in den bestehenden Aktivitäten im Kanton zum Thema Anpassung an den Klimawandel etwa in den Bereichen Umwelt, Wald, Naturgefahren, Wasser. Dazu kommen eine Vielzahl von Aktivitäten auf nationaler Ebene, insbesondere mit der Adaptationsstrategie des BAFU. Auch die Forschung zeichnet laufend ein immer detaillierteres und nuancierteres Bild der zu erwartenden Risiken und Chancen. Diese vielfältigen Aktivitäten einer Reihe von Akteuren sind heute erst teilweise koordiniert.

Eine erste Übersicht von Empfehlungen im Bereich Adaptation für die Verwaltung des Kantons Bern (Tabelle 9) weist deshalb zunächst auf den Koordinationsbedarf sowohl innerhalb des Kantons, wie auch mit andern Kantonen sowie auf der Ebene der Gemeinden und des Bundes und der Wissenschaften hin. Damit können die schon bestehenden Arbeiten (auf nationaler wie kantonaler Ebene) in den identifizierten Handlungsfeldern effizient vernetzt und genutzt werden.

In der Regel sollen für das Querschnittsthema Adaptation keine neuen Institutionen oder Prozeduren aufgebaut werden. Adaptation soll vielmehr wenn immer möglich in bestehende Strategie- und Planungsprozesse einfließen und neben weiteren relevanten zukünftigen Entwicklungen mitberücksichtigt werden. Massnahmen für die Adaptation an den Klimawandel sollen nicht isoliert geplant und implementiert werden, sondern Aspekte des Klimawandels sollen im Sinne einer „klimasicheren“ Planung in vorhandene Abläufe und Prozesse

eingefügt werden, damit die Planung rechtzeitig und kostengünstig an die Risiken des Klimawandels angepasst werden kann.

Wegen der hohen Unsicherheit des Klimaszenarios stehen „no regret measures“ sowie Massnahmen der Prävention, Information, des Monitorings und der Beobachtung, der (Raum-)Planung, welche in der Regel mit gutem bis sehr gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis abschneiden, zur Zeit im Vordergrund.

ERSTE EMPFEHLUNGEN FÜR DEN KANTON BERN IM QUERSCHNITTSBEREICH ADAPTATION	
Empfehlung	Ebene
<p>Übersicht und Koordination der Aktivitäten im Kanton Bern verbessern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Information und Datenverfügbarkeit zu Klimawandel und Adaptation - Vernetzung und Koordination der Adaptations-Aktivitäten, Identifikation von Lücken - Ansätze, Klimaszenarien und Methoden, Umgang mit Unsicherheiten - Informationsaustausch und Zusammenarbeit mit Wissenschaft (Unis, ETH, HTLs, Forschungsanstalten) - Systematische Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Sektoren (z.B. Wasserwirtschaft – Landwirtschaft) 	Kanton übersektoriell
<p>Koordination mit Bund, andern Kantonen und Gemeinden verbessern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verantwortlichkeiten Bund – Kantone – Gemeinden in der Adaptation klären - Austausch mit andern Kantonen – Forum Umweltdirektorenkonferenz (z.B. spezifisch zum Thema Klimawandel im Alpenraum) 	Bund, Kantone, Gemeinden
<p>Identifizierten Handlungsfelder vertieft analysieren, priorisieren und Handlungsbedarf ableiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsinfrastruktur - Schäden an Gebäuden und Personen - Gesundheit - Tourismus - Wasserwirtschaft - Energiewirtschaft - Internationale Einflusskanäle - Veränderung von Kulturlandschaften und Biodiversität 	Inhaltlich; Grundsätzlich übersektorieller Ansatz mit sektorieller Vertiefung
<p>Berücksichtigung von Anpassungsbedarf an Klimawandel im Rahmen aller regulären Planungsprozesse (z.B. im Prozess der Richtplanrevisionen) sicherstellen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Folgen des Klimawandels ist oft nur ein Aspekt unter vielen, der bei Planungsprozessen mitberücksichtigt werden muss - Ansatz für klimasichere Planung ausarbeiten (Verfahren und Prozesse) - Kosten/Nutzen-Analysen von Massnahmen - „No regret measures“ stehen bei der Adaptation wegen den hohen Unsicherheiten im Vordergrund 	Prozedural; sektoriell
<p>Abschätzen der möglichen mittel- bis langfristigen (z.B. in 10 resp. 40 Jahren) Implikationen des Klimawandels für die öffentlichen Finanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Direkte Kosten (z.B. Infrastruktur) - Kosten der Massnahmen/Nutzen - Indirekte Kosten resp. Ertragsausfälle (z.B. Wasserzinsen für Gemeinden) - Institutionelle Fragen der Finanzierung klären 	Kanton, Gemeinden
<p>Früherkennung, Monitoring und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedarf und Möglichkeiten von Monitoring und Beobachtung abklären - Forschungsgruppen motivieren, Monitoring zu machen - Kanton überprüft, welchen Beitrag er zur Verbesserung der Datenlage bezüglich dem Monitoring klimatischer Veränderungen, Entwicklung von Schäden etc. machen kann 	Sektoriell
<p>Information der Bevölkerung und politischer Entscheidungsträger</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gezielte Information und Sensibilisierung Bevölkerung bezüglich relevanter Handlungsfelder (z.B. Gesundheit) - Themenspezifische Nutzung bestehender Informationskanäle 	Kanton; sektoriell

Tabelle 9

Über die Höhe der finanziellen Folgen des Klimawandels, insbesondere für die öffentliche Hand, weiss man heute erst wenig. Mittelfristig ist es deshalb für den Kanton wichtig, eine Übersicht über mögliche finanzielle Implikationen der Folgen des Klimawandels für die öffentliche Hand zu erhalten.

Kurzfristig ist es zudem ratsam, durch kontinuierliche Information und Sensibilisierung die Bevölkerung wie auch politische Entscheidungsträger informiert zu halten, und fähig zu sein, im Fall von aktuellen Extremereignissen (z.B. Überschwemmungen) rasch und wissenschaftlich fundiert über das Thema Klimawandel und kantonale Massnahmen im Bereich Adaptation zu informieren.

Nicht zuletzt sollten neben der Adaptation zunächst auch die vorhandenen Potenziale der Mitigation, d.h. der Reduktion der Emission von Treibhausgasen, im In- und Ausland realisiert werden, wie es u.a. die Energiestrategie 2006 des Berner Regierungsrates vorsieht (BVE 2006a).

LITERATUR

- AFU (Amt für Umwelt Graubünden) 2003:** Klimaänderungen in Graubünden. Folgen für Mensch, Umwelt und Wirtschaft. Strategie zur Prävention und Schadenabwehr. Umweltinfo 2-2003.
- AG NAGEF (Arbeitsgruppe Naturgefahren) 2010:** Fakten und Szenarien zu Klimawandel und Naturgefahren im Kanton Bern, Ausgabe 2010.
http://www.vol.be.ch/site/klimawandel_ng_internetversion_f.pdf
- ANU (Amt für Natur und Umwelt Graubünden) 2009:** Klimawandel im Kanton Graubünden, Mai 2009.
- ANU (Amt für Natur Umwelt Graubünden):** Klimaänderung in Graubünden. Folgen für Mensch, Umwelt und Wirtschaft, Strategie zu Prävention und Schadenabwehr.
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung) 2009:** Forum Raumentwicklung 3/2009. Klima und Raum im Wandel.
<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/17803.pdf>
- AWA 2010a:** Wasserversorgungsstrategie 2010, Amt für Wasser und Abfall, Kanton Bern, 2010.
- AWA 2010b:** Wassernutzungsstrategie 2010, Amt für Wasser und Abfall, Kanton Bern, 2010.
- AWEL/IBK 2007:** Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Anpassungsstrategien, im Auftrag des Amtes für Abfall, Wasser Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL) und der Kommission Umwelt (Plattform Klimaschutz und Energie) der Internationalen Bodenseekonferenz IBK.
- BAFU 2009:** Switzerland's Fifth National Communication under the UNFCCC, Bern.
- BAFU 2010:** Anpassung and die Klimaänderung: Erhebung in den Kantonen, Bundesamt für Umwelt, 2010.
- beco 2010:** Konjunktur- und Strukturdaten des Kantons Bern August 2010. K&S Bulletin, Bern, 2010.
- beco 2009:** Bericht zur Wirtschaftslage 2009. Kapitel 5 Sektoral-/Branchenstruktur. Daten und Fakten zur wirtschaftlichen Situation im Kanton Bern, Bern, 2009.
- BFE 2007:** Die Energieperspektiven 2035 – Band 4: Exkurse.
- BFS 2010:** Bodennutzung nach 25 Nutzungsarten. Statistisches Lexikon der Schweiz, Bundesamt für Statistik, 2010.
- BVEa 2006:** Energiestrategie 2006, Kanton Bern. Bau-, Verkehr- und Energiedirektion des Kantons Bern, 2006.

- BVEb 2006:** Herausforderung Klimawandel, Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, März 2006.
- Ecologic/INFRAS 2009:** Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der Öffentlichen Finanzen? Bundesministerium der Finanzen, Berlin.
- Infras et al. 2007:** Auswirkungen des Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft – internationale Einflüsse, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Ittigen.
- IPCC 2007a:** Climate Change 2007, The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press.
- IPCC 2007b:** Climate Change 2007, The Physical Science Basis, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press.
- IPCC 2007c:** Climate Change 2007, The Physical Science Basis, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press.
- Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband 2010:** Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft in Österreich. Präsentation der aktuellen Studien, Wien, 2010.
- KAWA 2001:** Toursimuspolitisches Leitbild des Kantons Bern. Herausgegeben vom Amt für wirtschaftliche Entwicklung, Abteilung Tourismus, Bern, 2001.
- KHOS 2007:** Auswirkungen der Klimaänderung auf den Hochwasserschutz in der Schweiz. Ein Standortpapier der Kommission Hochwasserschutz im Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband (KOHS). *Wasser Energie Luft* – 99. Jahrgang, Heft 1.
- MeteoSchiweiz 2009:** Klimabericht Kanton Graubünden, Arbeitsbericht der MeteoSchiweiz, 228, p.40.
- OSCC 2007:** Klimaänderung und die Schweiz 2050, erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. ProClim – Forum for Climate and Global change (Forum of the Swiss Academy of Sciences), Bern.
- Stern N. 2006:** Stern Review on the Economics of Climate Change, Cabinet Office, HM Treasury, United Kingdom.
- Universität Bern und Amt für Wald des Kantons Bern:** Wald und Klimawandel – ein Exkursionsprogramm der UniBern und des Amt für Wald.
http://www.vol.be.ch/site/wald2050_broschuere_de-2.pdf

ANNEX 1 NACHHALTIGKEITSZIELBEREICHE DES KANTONS BERN

Stichwortartige, nicht abschliessende Erläuterung der Zielbereiche der Nachhaltigen Entwicklung (mit Umschreibung der positiven Zielrichtung)

UMWELT	WIRTSCHAFT	GESELLSCHAFT
Biodiversität Artenvielfalt, Vielfalt der Lebensräume für Tiere und Pflanzen <i>erhalten / fördern</i>	Einkommen Volkseinkommen, Einkommen der privaten Haushalte <i>vergrössern</i>	Lärm / Wohnqualität Lärmbelastung, Wohnlage und –umfeld (Erreichbarkeit, Erholungsmöglichkeiten, soziale Durchmischung, etc.) <i>verbessern</i>
Natur und Landschaft Ökologisch wertvolle Landschafts- und Naturräume <i>erhalten / aufwerten</i> ; Vernetzungen <i>herstellen</i> ; Schutzbestimmungen <i>verbindlich festlegen</i>	Lebenskosten Kosten von Konsumgütern, Wohnen, Versicherungen, sonstigen Dienstleistungen <i>senken</i>	Mobilität Räumliche Mobilität, Erreichbarkeit von wichtigen Infrastrukturen und Dienstleistungen, Zugang zum öffentlichen Verkehr <i>verbessern</i>
Energieverbrauch Gesamten Energieverbrauch (inkl. für Herstellung, Transport und Entsorgung von Produkten) <i>vermindern</i>	Arbeitsmarkt Funktionieren des Arbeitsmarktes: Verfügbarkeit von genügend Arbeitsplätzen und von genügend qualifizierten Arbeitskräften <i>verbessern</i>	Gesundheit Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung, Gesundheitsversorgung, Prävention <i>gewährleisten / verbessern</i>
Energiequalität Anteil von erneuerbaren, CO ₂ -neutralen Energieträgern <i>vergrössern</i>	Investitionen Private und öffentliche Investitionen zur Werterhaltung und zum Ausbau der Infrastruktur <i>vergrössern</i>	Sicherheit Physische Sicherheit (vor Gewalt, im Verkehr, vor Naturkatastrophen etc.), Rechtssicherheit, Versorgungssicherheit <i>gewährleisten / verbessern</i>
Klima Treibhausgasemissionen (CO ₂ , Methan etc.) <i>vermindern</i>	Kostenwahrheit Internalisierung von sozialen und ökologischen externen Effekten über das Verursacherprinzip <i>fördern</i>	Einkommens-/ Vermögensverteilung Zu starkes Auseinanderklaffen der hohen und niedrigen Einkommen / Vermögen <i>vermeiden</i>
Rohstoffverbrauch Verbrauch von Rohstoffen und Materialien <i>vermindern</i>	Ressourceneffizienz Natürliche, finanzielle und Human-Ressourcen <i>effizienter nutzen</i> ; Wirtschaftswachstum von Ressourcenverbrauch <i>entkoppeln</i> ; Synergien <i>nutzen</i>	Partizipation Teilnahme an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen (Abstimmungen, Wahlen, informelle Mitwirkungsmöglichkeiten), Information / Kommunikation <i>verbessern</i>
Rohstoffqualität Anteil von erneuerbaren und einheimischen Rohstoffen <i>erhöhen</i> ; Anteil von Materialien mit unbedenklichen Inhaltsstoffen oder von rezyklierbaren Materialien <i>vergrössern</i>	Innovationen Innovationskraft und Anpassungsfähigkeit der Wirtschaft <i>verbessern</i> ; innovative Technologien und Produkte <i>fördern</i>	Kultur und Freizeit Identität, Lebensformen, Kulturschaffen, Kultur- und Freizeitangebot, Freiwilligenarbeit, Vereine <i>unterstützen / fördern</i>
Wasserhaushalt Beeinträchtigungen des natürlichen Wasserhaushalts durch Wasserverbrauch, Bodenversiegelung, Verbauungen <i>vermindern</i>	Wirtschaftsstruktur Optimalen Mix von Sektoren und Branchen <i>anstreben</i> ; Präsenz von innovativen und wertschöpfungsstarken Branchen <i>erhöhen</i> ; Nutzung der regionalen Stärken <i>verbessern</i>	Bildung Schulausbildung, Erwachsenenbildung <i>verbessern</i> (berufsspezifische Bildung: unter WIRTSCHAFT, Know-how)
Wasserqualität Qualität von Grundwasser und Oberflächengewässern <i>erhalten / verbessern</i>	Know-how Qualifikation der Arbeitskräfte, berufliche Aus- und Weiterbildung, Wissenstransfer <i>verbessern</i> ; Forschung und Entwicklung <i>fördern</i>	Soziale Sicherheit Existenz <i>sichern</i> ; soziale Risiken (Stellenverlust, Krankheit, Familienlasten etc.) <i>abdecken</i> ; soziales Netz <i>fördern</i>
Bodenverbrauch Bodenverbrauch durch Bebauung und Versiegelung (Siedlungen, Strassen) <i>vermindern</i>	Öffentlicher Haushalt Verhältnis von Einnahmen und Ausgaben, Verschuldung, Zinsbelastung: Finanzsituation <i>verbessern</i>	Integration Zusammenhalt der ganzen Bevölkerung (Kinder, Alte, Ausländer/-innen, etc.) <i>stärken</i> ; Zusammenleben, Einbindung, Engagement, Beziehungsnetze <i>fördern</i>
Bodenqualität Schadstoffbelastung, Bodenverdichtung, Bodenerosion <i>vermeiden / verringern</i>	Steuern Steuerbelastung von Privaten und Unternehmen <i>senken</i> . (Steuereinnahmen: unter Öffentlicher Haushalt)	Chancengleichheit Chancengleichheit unabhängig von Geschlecht, ethnischer oder sozialer Herkunft etc., Gleichbehandlung durch die Behörden <i>gewährleisten / verbessern</i>
Luftqualität Belastung durch Luftschadstoffe (Ozon, Stickoxide, Feinstaub etc.) <i>verringern</i>	Produktion Umwelt- und sozialverträgliche Produktionsformen <i>fördern</i>	Überregionale Solidarität Zusammenarbeit, Solidarität, Unterstützung von anderen Regionen im In- und Ausland <i>verbessern</i>

Tabelle 10 AUE – Zielbereiche der Nachhaltigen Entwicklung.