PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A) Projektdaten

Kurztitel:	ENVISAGE CC
Langtitel:	ENVironmental Impact assessment Satisfying Adaption Goals Evolving from Climate Change
Programm inkl. Jahr:	ACRP 5th Call for Proposals 2012
Dauer:	01.05.2013 bis 30.09.2014
KoordinatorIn / ProjekteinreicherIn:	ÖIR GmbH (DI Dr. Erich Dallhammer, Raffael Koscher, Florian Keringer, Mag. Gregori Stanzer), Wien
Kontaktperson Name:	Mag. Gregori Stanzer
Kontaktperson Adresse:	Franz-Josefs-Kai 27
Kontaktperson Telefon:	+43 (1) 5338747 – 38
Kontaktperson E-Mail:	stanzer@oir.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	P1: Umweltbundesamt GmbH (DI Markus Leitner, DI Sabine McCallum, Mag. Sonja Völler), Wien P2: Universität für Bodenkultur, Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit (Ass.-Prof. Dr. Herbert Formayer) und Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung (DI Dr. Alexandra Jiricka, DI Johannes Schmied), Wien
Schlagwörter:	Klimawandel, Großprojekte, Infrastrukturprojekte, UVP, Projektentwicklung, Klimawandelfolgen
Projektgesamtkosten:	123.899,00 €
Fördersumme:	103.187,00 €
Klimafonds-Nr:	B286225
Erstellt am:	16.03.2015

Projektübersicht

1 Kurzfassung

Der Klimawandel ist kein Zukunftsszenario mehr. Folgen des Klimawandels sind auch schon heute spürbar. Wenngleich Veränderungen durch den Klimawandel eher im langfristigen Trend voraussehbar sind, so gilt es dennoch bereits heute, auf veränderte meteorologische Ereignisse, wie zum Beispiel auf zunehmende Starkniederschläge oder vermehrte Hitze- und Dürreperioden, zu reagieren.

Besonders große Infrastrukturprojekte mit einer Nutzungsdauer von mehreren Jahrzehnten, wie z.B. Eisenbahnen, Straßen, Überland-Leitungen und Kraftwerke werden innerhalb ihres Lebenszyklus mit den sich ändernden klimatischen Bedingungen konfrontiert sein. Auswirkungen des Klimawandels werden bei langfristigen Infrastrukturprojekten ökonomisch als auch möglicherweise ökologisch eine zunehmend bedeutsame Rolle spielen. Daher ist es sinnvoll, bereits heute in der Planungs- und Konzeptionsphase solcher großer Infrastrukturvorhaben darüber nachzudenken, mit welchen klimatischen Veränderungen sie konfrontiert sein werden und wichtige Aspekte des Klimawandels sind bei langfristigen Investitionen und Entscheidungen mit einzubeziehen. Damit lassen sich bereits in der Planungs- und Bauphase Maßnahmen setzen, um den klimawandelbedingten Herausforderungen begegnen zu können.

Das Projekt ‚ENVISAGE-CC' (ENVironmental Impact assessment Satisfying Adaption Goals Evolving from Climate Change) baute auf dem internationalen Stand des Wissens im Bereich Klimawandel-Anpassung sowie Berücksichtigung von Klimawandelfolgen in der UVP auf. Es stützte sich auf einen sehr intensiven Austausch mit österreichischen Stakeholdern großer Infrastrukturprojekte. Das erklärte Ziel war, das Ergebnis von ‚ENVISAGE-CC' möglichst praxisorientiert und anwendungstauglich zu gestalten.

Die Einbeziehung der Stakeholder/-innen erfolgte mittels persönlicher Interviews auf Basis eines standardisierten Interviewleitfadens. Im Rahmen von zwei Stakeholder-Workshops wurden Zwischenergebnisse präsentiert, diskutiert und einem Praxistest unterzogen. Um die Qualität des Projekts zu erhöhen und um eine internationale Sichtweise auf das Projekt zu gewinnen, begleitete ein Advisory Board – bestehend aus zwei internationalen Experten aus England und Deutschland – das Projekt laufend.

In Form von Projektblättern erfolgte im Rahmen von ‚ENVISAGE-CC' eine Zusammenschau vom aktuellen Wissensstand, inwiefern unterschiedliche Typen von Infrastrukturprojekten von den klimawandelbedingten Veränderungen der meteorologischen Phänomene (Temperatur, Niederschlag etc.) in Zukunft betroffen sein werden.

Folgende Projekttypen werden in diesen Projektblättern betrachtet: Bahnanlagen, Straßen, Starkstromleitungen, Windenergieanlagen, Wasserkraftwerke und Stauanlagen, Schifffahrtsstrecken, Schigebiete, Städtebauliche Vorhaben, Golfplätze.

Im Rahmen von ‚ENVISAGE-CC' werden auch internationale Studien und Publikationen, welche sich mit Klimawandel, Klimawandelfolgen und Umweltverträglichkeitsprüfung beschäftigen, herangezogen und beschrieben. Aus dieser intensiven Auseinandersetzung mit aktueller Literatur und Praxisbeispielen werden verschiedene Schritte zur Einbeziehung des Klimawandels und der Klimawandelfolgen in die Projektplanung und -entwicklung aufgezeigt. Als zentrales Ergebnis wird ein ‚Klimawandelfolgen-Check' erstellt. Mit dessen Hilfe können Auswirkungen des Klimawandels vorsorgend in der Projektentwicklung großer Infrastrukturprojekte berücksichtigt werden.

Mithilfe der schrittweisen Methode des Klimawandelfolgen-Checks kann für große Infrastrukturprojekte rasch eine Antwort auf folgende Fragen gegeben werden:

- Erscheint für das konkrete Projektvorhaben ein Klimawandelfolgen-Check sinnvoll und notwendig?
- Mit welchen Klimawandelfolgen ist bei der Art des konkreten Infrastrukturprojektes zu rechnen? Unter Heranziehen der Projektblätter können die wesentlichen wetter- und witterungsbedingten Risiken dieses Projekttyps identifiziert werden.
- Welche Schutzgüter sind betroffen? Mögliche künftige Veränderungen des Zustands der maßgeblichen Projektumwelt werden genannt und können grob skizziert werden.
- Welche Maßnahmen erscheinen hilfreich, um das Projekt „klimawandelfit" zu machen? Erste Überlegungen zu allfälligen Maßnahmen bzw. Alternativen, welche bereits in der frühen Projektplanung berücksichtigt werden, können angeregt werden.

Der Einsatz des Klimawandelfolgen-Checks hilft, mögliche Auswirkungen des Klimawandels bereits in der Projektentwicklung berücksichtigen zu können. Die Resilienz von Infrastrukturprojekten gegenüber dem Klimawandel wird auf diese Weise erhöht, das Risiko möglicher Folgekosten gesenkt. Maßnahmen, auch Anpassungsmaßnahmen können frühzeitig und kosteneffizient gesetzt werden.

Die Thematisierung des Klimawandels wird bei UVP-pflichtigen Projekten an Bedeutung gewinnen, da auf EU-Ebene die UVP-Gesetzgebung wie nachfolgend ergänzt wurde: „*Der Klimawandel wird weiter Umweltschäden verursachen und die wirtschaftliche Entwicklung gefährden. Diesbezüglich ist es angezeigt, die Auswirkungen von Projekten auf das Klima (z. B. Treibhausgasemissionen) und ihre Anfälligkeit in Bezug auf den Klimawandel zu bewerten.* (Richtlinie 2014/52/EU)*".* Dies macht zukünftig eine Beachtung von Klimawandelfolgen auch in der österreichischen UVP-Praxis notwendig. Die Ergebnisse von ‚ENVISAGE-CC', insbesondere der ‚Klimawandelfolgen-Check' und die zugrunde liegende „Strategische Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen" können für die Diskussion und Verwirklichung in Österreich einen an den österreichischen Verhältnissen orientierten und sehr anwendungsorientierten Beitrag bieten.

2 Executive Summary

Climate change poses a serious challenge to economic development. Especially large scale projects and developments (e.g. major transport routes, bridges, tunnels, urban transport, urban developments, power plants, treatment plants, refineries, airports, ports etc.) can be affected by climate change (CC) related impacts as e.g. increased temperature or changes in precipitation patterns. Considering the long-term investments of such projects – with a life span of up to 100 years – it is imperative to take account of climate change in project design already today.

The project 'ENVISAGE-CC' elaborated a practical guidance for project developers on how to consider possible impacts of climate change and adaptation responses in the early design-stage of projects subject to Environmental Impact Assessment (EIA). ENVISAGE-CC is the first attempt to seek ways and methodologies to assess climate change in early stage of project design and project development, subject to EIA and involves key stakeholders.

ENVISAGE-CC focused on a user-need-based approach. Due to the strong involvement of project developers as key stakeholders of a project-based EIA, their contribution was continuously integrated and awareness in this community was raised. The continuous involvement (one personal interview and two workshops) of these key stakeholders fosters the application of the outcomes. The key stakeholders comprised project developers from the Austrian federal railways, Austrian national highways, national waterways, power grids, water power plants, wind parks, urban district managements, golf courses and ski areas within the transdisciplinary research process

In the beginning an extensive literature review was carried out. A number of international studies and guidelines that highlight the importance and show good practice approaches for the integration of climate change adaptation into the EIA process were studied and analysed. Practical case-studies and principles confirm the guidance approaches and revealed ways how climate change impacts can be incorporated in the design of projects subject to EIA in an early stage of project planning.

An overview on climate models and regional scenarios of relevance for Austria provides the basis for climate change signals and trends with regards to temperature, precipitation and extreme events. Effects of climate change were identified and described in detail for different types of projects: railways, highways, waterways, water power plants, urban developments, wind parks, golf courses, ski areas and power grids.

Fact-sheets for each of these different project types were elaborated to provide a user-friendly and well-founded overview on key climate change issues for project developers.

The final outcome is a strategic guidance for developers and planners on the possible integration of climate change in the design phase of large-scale infrastructure projects subjected to EIA. Several analysed guidance documents propose a kind of stepwise approach to take climate change into account. In the last stage of 'ENVISAGE-CC' a 'climate change impact – check' was elaborated, based on experience of diverse other guidance documents and on outcomes of the stakeholder interviews and the two workshops and was integrated into the strategic guidance. This 'climate change impact – check' ensures more resilient projects with regards to current and future climate change impacts.

Climate change will gain more importance in EIAs of large infrastructure projects. According to the EIA Directive 2014/52/EU the following description is now required: *"A description of the likely significant effects of the project on the environment resulting from ... the impact of the project on*

climate (for example the nature and magnitude of greenhouse gas emissions) and the vulnerability of the project to climate change."[1]

This implies to gain information regarding possible impacts of climate change on a project subjected to EIA. Thus climate change impacts will become a topic in the Austrian EIA-practice in the coming years. The results of 'ENVISAGE-CC', especially the 'climate change impact – check' and the 'strategic guidance considering climate change impacts in the design-stage of projects' are able to be a user-need-based contribution for the discussion and implementation in Austria.

[1] see EIA Directive 2014/52/EU, (DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 April 2014 amending Directive 2011/92/EU on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment), Annex IV, par. 5, lit f

3 Hintergrund und Zielsetzung

Der Klimawandel ist kein Zukunftsszenario mehr. Folgen des Klimawandels sind auch schon heute spürbar. Wenngleich Veränderungen durch den Klimawandel eher im langfristigen Trend voraussehbar sind, so gilt es dennoch bereits jetzt, auf veränderte meteorologische Ereignisse, wie zum Beispiel auf zunehmende Starkniederschläge oder vermehrte Hitze- und Dürreperioden, zu reagieren.

Besonders große (Infrastruktur-)Projekte mit einer Nutzungsdauer von mehreren Jahrzehnten, wie z.B. Eisenbahnen, Straßen, Überland-Leitungen und Kraftwerke werden innerhalb ihres Lebenszyklus von den sich ändernden klimatischen Bedingungen betroffen sein. Daher ist es sinnvoll, bereits heute in der Planungs- und Konzeptionsphase solcher Großprojekte über Folgendes nachzudenken: Mit welchen spezifischen klimatischen Veränderungen müssen sich Infrastrukturprojekte auseinandersetzen?

Mit dem Wissen um diese konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf konkrete Projekte lassen sich gezielt Maßnahmen setzen und kann den klimawandelbedingten Herausforderungen begegnet werden.

Das Forschungsprojekt ENVISAGE-CC „ENVironmental Impact assessment Satisfying Adaptation Goals Evolving from Climate Change" hat daher drei Ziele verfolgt:

1. Eine Zusammenschau vom aktuellen Wissensstand, inwiefern UVP-pflichtige Großprojekten zukünftig von Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein werden.
2. Die Erarbeitung eines wissenschaftlich fundierten und praktischen Leitfadens, um Klimawandelfolgen in der Projektentwicklung frühzeitig einzubeziehen.
3. In weiterer Folge die Vertiefung des Wissens österreichischer Projektentwickler über mögliche Folgen des Klimawandels auf ein konkretes Infrastrukturprojekt.

Mithilfe dieses Leitfadens sollen mögliche Auswirkungen des Klimawandels bereits in der Projektentwicklung berücksichtigt werden können. Die Resilienz von Infrastrukturprojekten gegenüber dem Klimawandel wird auf diese Weise erhöht, das Risiko möglicher Folgekosten gesenkt. Maßnahmen, auch Anpassungsmaßnahmen können rechtzeitig und kosteneffizient gesetzt werden. In weiterer Folge wird die Forschungskompetenz im Themengebiet der UVP und der Projektentwicklung in Österreich verbessert.

Im Rahmen von ‚ENVISAGE-CC' wurden internationale Dokumente, welche sich mit Klimawandel, Klimawandelfolgen und Umweltverträglichkeitsprüfung beschäftigen, herangezogen und beschrieben. Aus dieser intensiven Auseinandersetzung mit aktueller Literatur und Praxisbeispielen werden verschiedene Schritte zur Einbeziehung des Klimawandels und der Klimawandelfolgen in die Projektplanung aufgezeigt. Als Ergebnis wurde ein ‚Klimawandelfolgen-Check' erstellt. Mit dessen Hilfe können Auswirkungen des Klimawandels vorsorgend in der Projektentwicklung großer Infrastrukturprojekte berücksichtigt werden.

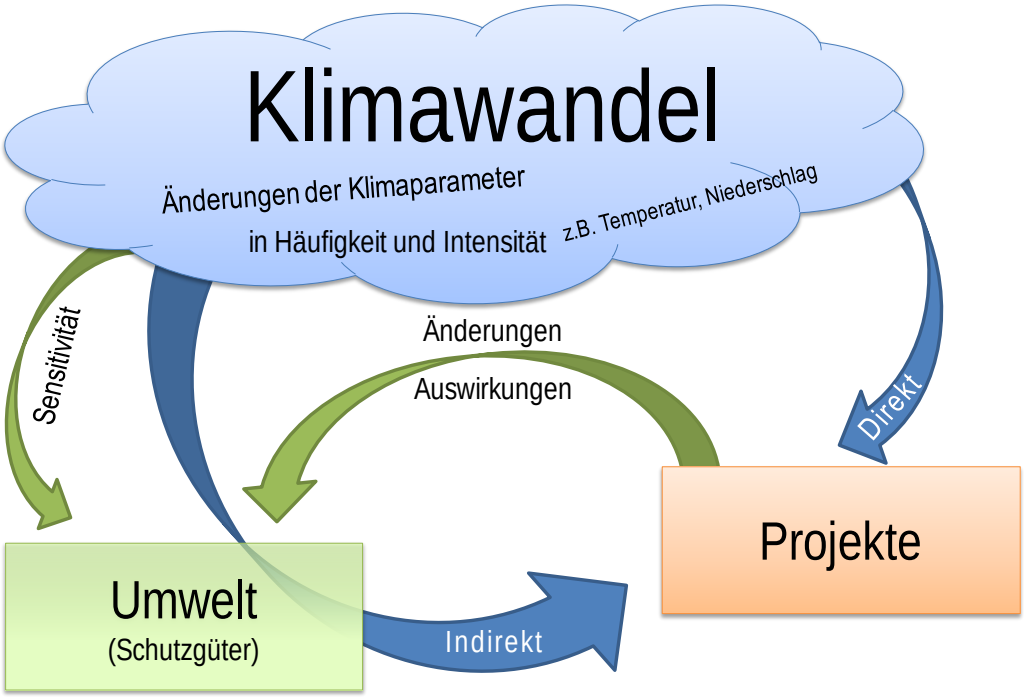
4 Projektinhalt und Ergebnis(se)

In den letzten Jahren ist der Klimawandel zu einem zentralen Thema in Wissenschaft und Öffentlichkeit geworden. Spätestens seit der Veröffentlichung des dritten Sachstandberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC[2]) im Jahr 2000 wird in Wissenschaftskreisen an einem anthropogen (menschlich) verursachten Klimawandel nicht mehr gezweifelt. Zahlreiche Studien zeigen, dass Österreich dem weltweiten Klimawandel stark ausgesetzt ist. So stieg die durchschnittliche Jahrestemperatur in Österreich seit dem 19. Jahrhundert um rund 2 °C an (Auer et al. 2007; Böhm 2009) und somit mehr als doppelt so stark als im globalen Mittel.

Große Infrastrukturprojekte sind von den Folgen des Klimawandels doppelt betroffen: Einerseits kann sich die Änderung der meteorologischen Phänomene direkt auf das technische Bauwerk und den Betrieb einer Einrichtung auswirken. Z.B. können verstärkt auftretende kleinräumige Starkniederschläge zu lokalen Überschwemmungen und Schäden an Infrastruktureinrichtungen wie Verkehrswegen und Stromleitungen, etc. führen.

Andererseits nimmt der Klimawandel Einfluss auf die Umwelt, in der ein Vorhaben eingebettet ist. Z.B. können andere Temperaturverhältnisse die Lebensbedingungen von Tier- und Pflanzenarten verändern. Die veränderte Umwelt kann wiederum Rückwirkung auf das Projekt zeigen. Siehe dazu auch folgende schematische Darstellung der Systemzusammenhänge.

Abbildung 1: Das durch den Klimawandel beeinflusste Wirkungsgefüge zwischen UVP-pflichtigen Großprojekten und Schutzgütern



Quelle: ÖIR, BOKU, Umweltbundesamt

Die Herausforderung bei Planung und Betrieb von Infrastrukturprojekten besteht nicht nur darin, große Schäden auf Bauwerke durch extreme Wetterereignisse zu vermeiden und den Betrieb nach

[2] IPCC ist der zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen, welcher gemeinsam von der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) und dem Umwelt-Programm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet wurde, mit der Aufgabe, eine verbindliche internationale Erklärung zum wissenschaftlichen Verständnis der Klimaänderung zu verfassen. Die periodischen Sachstandsberichte des IPCC zu den Ursachen und Auswirkungen sowie von möglichen Reaktionen auf die Klimaänderung sind die umfassendsten und aktuellsten verfügbaren Berichte zu diesem Thema (www.ipcc.ch).

einem Störfall so schnell wie möglich wieder aufzunehmen. Ein besonderes Augenmerk muss auch auf den Organisations- und Planungsbereich gelegt werden, da wichtige Aspekte des Klimawandels bei langfristigen Investitionen und Entscheidungen mit einzubeziehen sind.

Klimawandel und mögliche Auswirkungen in Österreich

Um die Komplexität des Klimasystems erfassen und vergangene und zukünftige Entwicklungen abschätzen zu können, werden komplexe Klimamodelle erarbeitet. Diese Klimamodelle bilden die wichtigsten klimarelevanten physikalischen Vorgänge in der Atmosphäre, den Ozeanen und auf der Erdoberfläche, sowie deren gegenseitigen Wechselwirkungen nach.

Hinsichtlich der Klimamodellierung ist grundsätzlich auf die gegebenen Unsicherheiten zu verweisen. Bei der Erstellung von Klimaänderungsszenarien wirkt eine Reihe von Unsicherheitsfaktoren mit, welche von Beobachtungsdaten, über Regionalisierungs- und Lokalisierungsmethoden, bis hin zu Modellen der Klimafolgenforschung reichen (Formayer 2010). Zusätzlich gehören auch das mangelnde Wissen über den Ist-Zustand sowie das zukünftige Verhalten der Menschen (Emissionsszenarien) zu den Hauptquellen der Unsicherheit (Formayer 2010).

Aufgrund der Lage im Übergangsbereich verschiedener Klimaeinflüsse kann im Alpenraum grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass auch der Klimawandel sehr inhomogen verläuft und deutliche lokale Unterschiede auftreten.

Erste Einschätzungen der bis zum Ende des Jahrhunderts zu erwartenden Klimaänderungen in Österreich können aus den Ergebnissen der Projekte PRUDENCE, ENSEMBLE und reclip:more abgeleitet werden. Da sich die reclip:more sowie die ENSEMBLE Ergebnisse auf die Mitte des 21. Jahrhunderts beziehen, sind diese nicht direkt mit den Ergebnissen aus PRUDENCE vergleichbar.

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über die für Österreich bekannten Klimatrends unterschiedlicher Klimaparameter. Diese Klimatrends werden kurz skizziert. Es wurden jene Klimaparameter ausgewählt, welche für große Infrastrukturprojekte in Österreich bedeutsam sind und bereits bei der Projektentwicklung dieser Infrastrukturprojekte berücksichtig werden sollten. Es ist nachvollziehbar, dass die einzelnen Klimaparameter bei unterschiedlichen Arten von Infrastrukturprojekten auch eine unterschiedliche Rolle spielen.

Tabelle 1: Übersicht über Klimawandelbedingte Veränderung der Meteorologischen Phänomene in Österreich

Bezeichnung des meteorologischen Phänomens	Beschreibung	Klima-trend *)	Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Trends
TEMPERATUR			
Temperaturschwankungen	Starke Tagesgänge, bzw. Zunahme der Tag zu Tag Variabilität	⇨	Tagesgang im Sommer wahrscheinlich, Tag zu Tag Variabilität sehr unsicher
Frost-/Tauwechsel	Positive Temperaturen bei Tag und Frost bei Nacht.	⬊	In tiefen und mittleren Höhenlage ist eine Abnahme, sowie eine zeitliche Verschiebung sehr wahrscheinlich.
Hitzewelle	Mehrere Tage mit Maximaltemperaturen über 30 °C	⬈	Es ist eine Zunahme der Hitzetage sowie das Auftreten neuer Hitzerekorde in allen Höhenlangen sehr wahrscheinlich
Kältewelle	Mehrere Tage mit Maximaltemperaturen unter 0 °C	⬊	Es ist eine Abnahme von Kältewellen sehr wahrscheinlich, jedoch können sie bis zum Ende des Jahrhunderts noch auftreten.
mittlere Temperaturveränderung (Anstieg)	Anstieg der Temperatur	⬈	Ein Anstieg der Temperatur zu allen Jahreszeiten ist sehr wahrscheinlich.
mittlere Temperaturverschiebung der Jahreszeiten	Veränderung des Jahresgangs der Temperatur sowie der phänologischen Phasen der Pflanzen	⬈	Eine Verlängerung der Vegetationsperiode und damit verbundene Phänophasen ist sehr wahrscheinlich.
NIEDERSCHLAG			
Starkniederschläge (großräumig)	Großflächige Starkniederschläge über mehrere Tage. Große Flusseinzugsgebiete reagieren	⇨ ⬈	Im Winter ist eine Zunahme möglich bis wahrscheinlich. Im Sommer hingegen unsicher aber möglich, da Mittelmeertiefs zwar generell seltener auftreten werden, aber wenn sie auftreten, können sie zu stärkeren Niederschlägen führen.
Starkniederschläge (kleinräumig)	Kleinräumige Starkniederschläge meist in Verbindung mit Gewittern. Betrifft Gebiete von einigen 10 bis einigen 100 km².	⇨ ⬈	Die Gewitterintensität wird in einer wärmeren Atmosphäre zunehmen, jedoch sind Aussagen zu Gewitterwahrscheinlichkeit nicht belastbar. Eine Zunahme daher möglich aber unsicher
Trockenheit/Trockenperioden	Längere niederschlagsfreie Perioden verbunden mit hoher Evapotranspiration	⬈	Im Sommerhalbjahr ist eine Zunahme wahrscheinlich.
Schneefall (Nassschnee)	Starker Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt.	⇨⬊	Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ist eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich.
Schneefall (generell)	Starker Schneefall	⬈ ⬊	In Höhenlagen über 1500 m ist eine Zunahme wahrscheinlich, in tiefen Lagen hingegen eine Abnahme
Eisregen	Regen fällt auf Untergrund mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt	⇨ ⬊	Aussagen für die nächsten Jahrzehnte unsicher, in der zweiten Jahrhunderthälfte Abnahme wahrscheinlich.
WEITERE KLIMAPARAMETER			
Verschiebung der Wetterlagen	Veränderung der großräumigen Druckfelder. Auswirkung auf die Witterungsabfolge von	⬈	Eine Veränderung der großräumigen Druckfelder mit Auswirkung auf Österreich ist möglich (NAO, Arktische Oszillation).
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	Atlantische Orkantiefs die bis zum Alpenraum vordringen, sowie extreme Föhnlagen	⇨	Keine Veränderung der Atlantischen Orkantiefs in Österreich wahrscheinlich. Aussagen zu Föhnstürmen derzeit nicht möglich
Wind (kleinräumig – Gewitterstürme)	Sturmböen und Tornados in Verbindung mit Gewitter	⬈	Die Gewitterintensität wird in einer wärmeren Atmosphäre zunehmen, jedoch sind Aussagen zu Gewitterwahrscheinlichkeit nicht belastbar. Eine Zunahme daher möglich aber unsicher

Legende:
⇨ Keine Veränderung/⬈ Steigender Trend/⬊ Abnehmender Trend
*) Klimatrend für Österreich/Quelle: Formayer/Jiricka

Auswirkungen des Klimawandels auf UVP-pflichtige Großprojekte

Trotz der Unsicherheiten bei Detailfragen zum Klimawandel ist schon umfangreiches Wissen vorhanden, das bei der Projektplanung berücksichtigt werden kann. Aufbauend auf der Auswertung wissenschaftlicher Studien und den Interviews mit relevanten StakeholderInnen bietet das folgende Kapitel einen Überblick über mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Projekttypen.

In Form von Projektblättern erfolgt eine Zusammenschau des aktuellen Standes des Wissens, inwiefern unterschiedliche Typen von Infrastrukturprojekten von den klimawandelbedingten Veränderungen der meteorologischen Phänomene (Temperatur, Niederschlag etc.) in Zukunft betroffen sein werden.

Folgende Projekttypen werden in diesen Projektblättern betrachtet: Bahnanlagen, Straßen, Starkstromleitungen, Windenergieanlagen, Wasserkraftwerke und Stauanlagen, Schifffahrtsstrecken, Schigebiete, Städtebauliche Vorhaben, Golfplätze.

Jedes Projektblatt enthält folgende Angaben:

- Kurzbeschreibung des Projekttyps,
- Auflistung der meteorologischen Phänomene, Klimatrends und den daraus resultierenden direkten und indirekten Wirkungen,
- Differenzierung der Wirkungen nach räumlichem Bezug (wenn relevant),
- Beispielhafte Auflistung möglicher Folgen für das Projekt.

Damit bieten die Projektblätter für jeden behandelten Projekttyp eine Darstellung möglicher Klimawandelfolgen. Sie dienen als Checkliste, um im Dialog mit Fachleuten jene relevanten Aspekte des Projektes herauszufiltern, in denen Klimawandelfolgen langfristig auf den Betrieb, die Sicherheit und die Funktionsfähigkeit des Projekts Einfluss haben könnten. Die Projektblätter, die auf den folgenden Seiten dargestellt werden, können damit als Startpunkt für eine vertiefende Diskussion dienen, ob und welche Klimawandelfolgen in der Projektplanung im Detail untersucht werden sollten.

Bahnanlagen

BESCHREIBUNG:
Zu Bahnanlagen werden alle Projekte im Bereich der Planung, des Baus und des Betriebes gezählt. Auch Bahnhöfe sowie infolge von Bahnprojekten errichtete Entwässerungsanlagen, Technikgebäude, Straßenbauten, etc. werden darunter zusammengefasst.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Temperaturschwankungen	⇨	Frost-/Tauwechsel	allgemeingültig	• Materialermüdung[3), 4), 9)] • Gefahr durch Frostsprengungen und der damit verbundenen zeitlichen und räumlichen Verlagerung der Gefahr für Geröll[3), 4), 9)] • Steinschlag und Rutschungen führen zu eingeschränkter Befahrbarkeit auf Nebenstrecken[3), 4), 9)] • Volkswirtschaftliche Schäden durch Betriebsunterbrechungen[3)]
		Nebel	allgemeingültig	• Gefahr durch eingeschränkte Sicht an Eisenbahnkreuzen[3)]
Hitzewelle/Dürre	⬀	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Negative Einflüsse auf die Elektronik und das Kühlsystem[3), 6)] • Betriebsunterbrechungen durch Defekte an Kühlsystemen o.ä.[3), 6)] • Erschwerte Bedingungen bei Bau und Wartung[3)]
		Brände	Waldnähe	• Deformation an Gleisanlagen[8)] • Betriebsunterbrechungen[3)]
Mittlere Temperaturveränderung	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Saisonale Veränderungen der Verkehrsströme (z.B. durch verändertes Urlaubsverhalten) [3)]
		Verlust von Permafrostböden	Alpiner Raum	• Schäden an der Infrastruktur infolge erhöhter Massenbewegung, Hangrutschungen, Muren[4)] • Betriebsunterbrechungen durch Schäden infolge erhöhter Massenbewegung, Hangrutschungen, Muren[3), 4)]
Kältewelle	⬊	Direkte Kältewirkung	allgemeingültig	• Veränderter Energiebedarf[3)] • Veränderte Bedingungen bei Bau und Wartung[3)] • Veränderte Umsetzungsdauer und Kosten bei Bauprojekten[3)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	∽	Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	• Direkte Auswirkungen auf die Bausubstanz durch Hochwasser[3)] • Überflutungen und Absenkungen des Schienenkörpers und der Gebäude[3)] • Unterspülungen, Erosion oder Treibgut kann die Infrastruktur beschädigen[1), 3), 6)] • Bedarf an Anpassung der Dimensionierung der Entwässerungssysteme zur Aufnahme erhöhter Durchflussmengen[3)] • Wiederherstellungs- und Austauschkosten nach Hochwasserereignissen[3)] • Lange Unterbrechungen durch Prioritätensetzung bei der Bearbeitung der Problembereiche[3)] • Bedarf an mobilem Einsatzpersonal[3)]
Lokale Starkniederschläge	∽	Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Schäden an der Infrastruktur durch direkte Druckwirkung[1), 3)] • Instabilität durch Unterspülung[1), 3), 6)] • Wirtschaftliche Schäden durch Betriebsunterbrechungen aufgrund von Austausch- bzw. Wiederherstellung der Infrastruktur[3)] • Erhöhte Kosten durch reaktiven Bau von Sicherungsmaßnahmen[3)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Brände	Vegetationsnähe (z.B. Wald)	• Deformationen an Gleisanlagen[3)] • Betriebsunterbrechungen bei Brandereignissen[9)] • Austausch bzw. Wiederherstellung der Infrastruktur benötigt monetäre, zeitliche und energetische Ressourcen[3)]
Schneefall (Nassschnee)	∽[x]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Schäden am Material wie z.B. Weichen und elektrische Infrastruktur[3)] • Beeinträchtigung der Stabilität der Dächer durch die erhöhte Schneelast[7), 9)] • Veränderte Befahrbarkeit der Strecken durch Schnee und Eis[3), 9)] • Erhöhter Ressourcenaufwand (Personal) zur Wiederherstellung der Verwendbarkeit (Schneeräumung)[3)] • Sicherheit der Passagiere[3)]
Schneefall über 1500m	⬀			
Schneefall unter 1500m	⬊			
Eisregen	∽[xx]			
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Tornados, Windwurf, Blitzschlag, windbedingte Sedimentablagerungen	allgemeingültig	• Direkte Schäden an der Oberleitung[2), 3)] • Indirekte Schäden durch Windwurf[2), 3)] • Stabilität von Bahnhöfen bei Gewittersturmereignisse[2), 3), 7), 8)] • Behinderungen am Gleiskörper[7), 8)] • Erhöhter Wartungsaufwand[3)]
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	⇨			

Quellen:
[1)]Dora (2010, [2)]Enei (2011), [3)]Input der Stakeholder, [4)]Joachem & Schade (2009), [5)]Nolte et. Al (2011), [6)]Rachoy (2011), [7)]RSSB (2008), [8)]Savonis (2003), [9)]Transportation Research Board (2008)

* Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich
[x] Für Starken Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. Weiters ist in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich.
[xx]Aussagen für die nächsten Jahrzehnte unsicher, in der zweiten Jahrhunderthälfte Abnahme wahrscheinlich.

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬊ Abnehmender Trend/∽ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Straßen

BESCHREIBUNG:
Zu Straßen werden alle Projekte im Bereich des Baus und des Betriebes von Straßen gezählt. Dazu gehören auch Technikgebäude, elektronische Anlagen oder das Sicherheitsmanagement.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Frost-/Tauwechsel	⬂[x]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Erhöhter Sanierungsbedarf durch Schäden an der Infrastruktur[6)] • Auswirkungen auf die Standfestigkeit von Bauten[6)]
		Steinschlag	Hang/Hangfuß	• Direkte Schäden an der Infrastruktur[6), 13)] • Betriebsunterbrechungen[6)]
Hitzewelle	⬀	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Überhitzung der Fahrbahn → Schäden am Straßenbelag[3), 4)] • Probleme an der Elektronikinfrastruktur (Verkehrsleitzentrale)[6), 8)] • Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[6)]
		Brände	Waldnähe	• Schäden an der Infrastruktur durch Böschungsbrände oder Brände in naheliegenden Schutzwäldern[6), 8)]
Mittlere Temperatur-veränderung	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Wärmebedingter Anstieg des Wurzelwachstums der Vegetation an Straßenrändern kann zu Schäden an der Infrastruktur führen[11)] • Verändertes Urlaubsverhalten führt zu saisonaler Veränderungen der Verkehrsströme[6)]
		Verlust von Per-mafrostböden	Alpiner Raum	• Kann zu Instabilität sehr hoch gelegener Straßeninfrastruktur und verstärkter Gefahr in Hanglagen führen [7)]
Kältewelle	⬂	Vereisungen	allgemeingültig	• Unfallgefahr (zunehmenden Bedeutung von Frühwarnsystemen)[6)]
		Frostbruch	allgemeingültig	• Schäden am Straßenbelag[2)]
		Direkte Kältewirkung	allgemeingültig	• Veränderte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[6)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	⤺	Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	• Direkte Auswirkungen auf die Bausubstanz durch Hochwasser[12), 13)] • Unterspülungen, Erosion oder Treibgut kann die Infrastruktur beschädigen[12), 13)] • Überlastung von Drainagesystemen[5), 6), 9), 12)]
Lokale Starkniederschläge	⤺	Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Instabilität durch Unterspülung[12), 13)] • Betriebsunterbrechungen aufgrund von Austausch- bzw. Wiederherstellung der Infrastruktur[5), 6), 9), 12)] • Erhöhte Kosten durch reaktiven Bau von Sicherungsmaßnahmen[6)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Brände	Vegetationsnähe (z.B. Wald)	• vorübergehende Unterbrechung von Streckenabschnitten[6), 12), 13)]
Schneefall (Nassschnee)	⤺[xx]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Lawinenabgänge und Schneeverwehungen vermindern die Befahrbarkeit von Straßen[6), 13)] • Langanhaltender starker Schneefall führt zu einem erhöhten Ressourcen Einsatz und damit zu erhöhten Kosten [6), 13)]
Schneefall über 1500m	⬀			
Schneefall unter 1500m	⬂			
Eisregen	⤺[xxx]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• schlechtere Befahrbarkeit und Unfallbildung[6), 13)] • Stromausfälle und Probleme für VerkehrsteilnehmerInnen und auch für die Verkehrsleitzentrale[13)] • Erhöhter Streubedarf[6)]
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Tornados, Windwurf, Blitzschlag, windbedingte Sedimentablagerungen	allgemeingültig	• Schäden durch Windwurf führen zu Unterbrechungen oder Verzögerungen[1), 6)]
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	□			

Quellen:
[1]Enei (2011), [2]Enei et al (2011), [3]Galbraith et al (2005), [4]Harvey (2004), [5]Haurie et al. (2009), [6]Input der Stakeholder, [7]Jochem&Schade (2009), [8]Leidinger et al. (2013), [9]Peterson et al. (2008), [10]Regmi&Hanaoka (2009), [11]Savonis et al (2008), [12]Swart&Biesbroek (2008), [13]Transport Research Board (2008)

* Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich
[x]In tiefen und mittleren Höhenlage ist eine Abnahme sowie eine zeitliche Verschiebung von positiven Temperaturen bei Tag und Forst bei Nacht sehr wahrscheinlich
[xx]Für Starken Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. Weiters ist in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich.
[xxx]Aussagen für die nächsten Jahrzehnte unsicher, in der zweiten Jahrhunderthälfte Abnahme wahrscheinlich.

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/⤺ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Starkstromleitungen

BESCHREIBUNG:
Unter Starkstromleitungen werden alle Starkstromleitungsprojekte einschließlich der zugehörigen Nebeneinrichtungen (Umspannwerke, Transformatorstationen etc.) zusammengefasst.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Frost-/Tauwechsel	⤵[x]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Zusätzliche Beanspruchung des Materials kann zu Schäden an der Infrastruktur führen → ggf. Betriebsunterbrechungen[5)]
		Steinschlag	Hang/Hangfuß	• Schäden an der Infrastruktur[5)] • ggf. Betriebsunterbrechungen und Leitungsengpässe[5)]
Hitzewelle	⤴	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Geringere Durchlaufkapazitäten[1), 3), 7)] • Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[5)] • Veränderter Energiebedarf (wie z.B. Entwicklung der Lastspitzen bei Hitzewellen)[5)] • Probleme bei der Durchleitung speziell auf N-S-Trasse Richtung Italien , da hoher Importbedarf Italiens bei Hitzewellen[5)] • Im städtischen Raum (z.B. Wien) Probleme mit Wärmeabfuhr bei Erdkabeln[5)]
		Brände	Waldnähe	• Auswirkungen auf den Stromleitungsbetrieb durch Waldbrände → ggf. Betriebsunterbrechungen und Leitungsengpässe[1), 2), 3), 7)]
Mittlere Temperaturveränderung	⤴	Verlust von Permafrostböden	Alpiner Raum	• Instabilitäten von Fundamenten der Infrastruktur[9)]
Kältewelle	⤵	Direkte Kältewirkung	allgemeingültig	• Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[5)]
		Vereisungen	allgemeingültig	• Schäden an den Leiterseilen[1), 2), 5)] • Erhöhte Gefahr bei Wartungsarbeiten durch Eisabfall; Blitzeis[1), 2), 5)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	∽	Überschwemmungen (Hochwasser) und gravitative Massenbewegungen (s.u.)	Gewässernähe und Hänge/Hangfuß	• Schäden an der Infrastruktur durch Unterspülung, Erosion und Treibgutanschwemmung → ggf. Betriebsunterbrechungen und Leitungsengpässe[2)] • Veränderte Dimensionierung von Entwässerungsanlagen[1), 5), 6)] • Beeinträchtigungen bei Bau und Wartung[1), 5), 6)] • Wassereintritt/Kurzschluss an Transformatoren und (selten) Umspannwerken[1), 5), 6)]
Lokale Starkniederschläge	∽	Hangrutschungen Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Schäden an der Infrastruktur → ggf. Betriebsunterbrechungen und Leitungsengpässe[1), 5), 6)] • Mastverschiebung, Leitungsrisse, Mastbruch[1), 5), 6)] • Beeinträchtigungen bei Bau und Wartung[5)]
Schneefall (Nassschnee)	∽[xx]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Schäden an der Infrastruktur, z.B. durch festfrierenden Schnee[1), 2)] • Schneelast und Abriss der Leitungen an der Leitungsinfrastruktur[1), 2)] • ggf. „Blackouts“ und Leitungsengpässe[1), 2)]
Schneefall über 1500m	⤴	Direkte Wirkung	Alpiner Raum	• Nassschneedeposition auf Oberleitungen wirkt sich auf die Belastbarkeit der Leitungsseile aus[5)] • Erschwerte Bedingungen und Erreichbarkeit bei Bau- und Wartungsarbeiten[5)]
Schneefall unter 1500m	⤵	Direkte Wirkung	allgemeingültig	
Eisregen	∽[xxx]	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Schäden an der Infrastruktur, z.B. durch Eislast an der Leitungsinfrastruktur → ggf. Betriebsunterbrechungen und Leitungsengpässe[5)]
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⤴	Tornados, Windwurf, Blitzschlag, windbedingte Sedimentablagerungen	allgemeingültig	• Direkte Windwirkung: Schäden an der Infrastruktur (v.a. Reißen der Abstandhalter bzw. selten auch Mastbrüche)[2), 4), 5), 8)] • Bei Windwurf (Bäume) Abriss der Leitungen → ggf. Betriebsunterbrechungen und Leitungsengpässe[2), 4), 5), 8)]
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	⇨			

Quellen:
[1]Altvater et al. (2011), [2]Birkmann et al. (2010), [3]Eskeland et al. (2008), [4]Gobiet et al. (20013), [5]Input der Stakeholder, [6]McCallum et al. (2013), [7]Jayant et al. (2013), [8]Natural Gas Week (2007), [9]Nelson et al. (2001)

*Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich
[x]In tiefen und mittleren Höhenlage ist eine Abnahme sowie eine zeitliche Verschiebung von positiven Temperaturen bei Tag und Forst bei Nacht sehr wahrscheinlich
[xx]Für Starken Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. Weiters ist in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich.
[xxx]Aussagen für die nächsten Jahrzehnte unsicher, in der zweiten Jahrhunderthälfte Abnahme wahrscheinlich.

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⤴ Steigender Trend/⤵ Abnehmender Trend/∽ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Windenergieanlagen

BESCHREIBUNG:
Unter Windenergieanlagen fallen alle Projekte zur Erzeugung von Elektrizität mittels Windanlagen („Windräder“) einschließlich der Nebenanalagen, jedoch ohne Starkstromleitungen.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Hitzewelle	⬀	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Überhitzung der Materialien und der Leitungselektronik[1), 9), 12), 13)] • Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[12)]
		Brände	Waldnähe	• Durch Überhitzung der Turbine können Brände entstehen welche auf weiter entfernte Windparkinfrastruktur einwirken können [5), 14), 18)]
Mittlere Temperatur-veränderung	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Durch veränderte Druckverhältnisse und somit veränderte Windverhältnisse: Auswirkungen auf den Ertrag von Windenergie[12)]
Kältewelle	⬂	Direkte Kältewirkung	allgemeingültig	• Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[12)]
		Vereisung	allgemeingültig	• Änderungen bei der Vereisung von Rotorblättern führen zu verändertem Gefahrenpotenzial für die Infrastruktur und Menschen (Konflikt mit Erholungsnutzung)[4), 11), 12), 17), 19)] • Geändertes Abschaltverhalten der Anlage[12)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	∽	Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	• Beschädigungen an der Kraftwerkselektronik und Bodenmechanik[6), 15)] • Schäden durch Absenkung des Fundaments[15)] • Dimensionierung von Drainagen und Entwässerungsanlagen[6)]
Lokale Starkniederchläge	∽	Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Schäden an Windenergieanlagen und ihrer Leitungsinfrastruktur[15)]
Schneefall über 1500m	⬀	Direkte Wirkung	Alpiner Raum	• Erhöhter Aufwand der Erreichbarkeit bei Wartungsarbeiten[6)]
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Tornados, Windwurf, Blitzschlag	allgemeingültig	• Veränderter Bedarf an umfangreichen Schutzmaßnahmen für die Turbine und ihre Rotorblätter bei erhöhter Blitzintensität[6), 16)] • Wirtschaftliche Schäden durch die Abschaltung der Anlage und der damit verbundenen Reduktion der Energiebereitstellung[1), 6), 15)]
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	⇨	windarme Perioden im Sommer	allgemeingültig	• Auswirkungen auf den Ertrag[6), 15)]
		Energie des Windes und Hauptwindrichtung	allgemeingültig	• Auswirkungen auf den Ertrag[6)] • Auswirkungen auf die Windparkkonfiguration; Standorte der Windräder zueinander gehören gegebenenfalls optimiert[6)]

Quellen:

[1]Altvater et al. (2011), [2]Birkmann et al. (2010), [3]DNV/Riso (2002), [4]Drapalik et al. (2011), [5]Dürbeck (2013), [6]Enei et al. (2011), [7]IPCC 2012), [8]Enervon (2010), [9]Eskeland et al. (2008), [10]Frank et al. (1999),[11]IEA Wind (2012), [12]Input der Stakeholder, [13]Jayant et al. (2013), [14]Leidinger et al. (2013), [15]Pryor&Barthelmie (2010), [16]Rachidi et al. (2008), [17]Seifert et al (2003), [18]Windturbine (2012), [19]Yao et al. (2012)

*Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich

Erklärung der Zeichen:

⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/∽ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Wasserkraftwerke & Stauanlagen

BESCHREIBUNG:
Wasserkraftwerke und Stauanlagen umfassen alle Projekte zur Erzeugung von Elektrizität aus Wasserkraft (z.B. Laufkraftwerke, Speicherkraftwerke) einschließlich der Nebenanalagen, jedoch ohne Starkstromleitungen. Zudem zählen dazu auch Stauanlagen, die andere Zwecke verfolgen.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Hitzewelle	⬀	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[3)] • Veränderter Energiebedarf (z.B. Entwicklung der Lastspitzen bei Hitzewellen[3)]
Mittlere Temperaturverände-rung (Anstieg)	⬀	Höhere Verdunstung Geringer Oberflächenab-fluss	allgemeingültig	• Verminderung des Durchschnittsabflusses aufgrund der höheren Verdunstung bei höheren Durchschnittstemperaturen[4), 8), 10)] • Niedriger Wasserpegel und damit geringeres Energiepotenzial[3), 10)]
		Abschmelzen der Glet-scher	Alpiner Raum	• Freiwerden von Flächen im Gletscherbereich kann zur Mobilisation von Ge-schiebe führen, was einen erhöhten Eintrag in Stauseen bewirken kann[1), 2), 8), 10)]
Kältewelle	⬂	Direkte Kältewirkung	allgemeingültig	• Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten[3)]
		Vereisungen	allgemeingültig	• Beschädigungen durch Eisstoß[3)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	∽	Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	• Erhöhung des Geschiebetransports[10)] • Höherer Eintrag in Staubecken[10)] • Gefahr für umliegende Infrastruktur und für die Standsicherheit der Infrastruktur im Stauraumbereich[3)] • Erhöhter Bedarf an Ausbaggerung (Geschiebetransport) – Mehrkosten[3)] • Einschränkungen des Kraftwerksbetriebs bzw. der Energieerzeugung[3)]
		Veränderter Regennie-derschlag im Winter und im Frühjahr/Sommer	allgemeingültig	• Verteilung der Abflussmengen, da Trend zu erhöhter Abflussmenge im Winter (Zunahme) bzw. geringerer im Frühjahr (Abnahme Schneeschmelze) bzw. Sommer wahrscheinlich[1), 4), 9), 10)] • Verschiebung der Abflussspitzen je nach Kraftwerksstandort[3)]
Lokale Starkniederschläge	∽	Steinschlag Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Beschädigung der Infrastruktur[6), 7)] • Erschwerte Erreichbarkeit der Anlage für Wartungsarbeiten[3)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Höhere Verdunstung (insbesondere in Kombi-nation mit hohen Tempe-raturen)	allgemeingültig	• Herausforderungen durch Niederwasser[3)]
Schneefall über 1500m	⬀	Direkte Wirkung	Alpiner Raum	• Erschwerte Erreichbarkeit der Anlage für Wartungsarbeiten[3)]
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Erhöhter Feststofftransport der Gewässer (z.B. infolge von Windwurf)[3)]

Quellen:
[1]Frey et al. (2013), [2]Funk (2013), [3]Input der Stakeholder, [4]McCallum et al. (2013), [5]Mideksa&Kallbekken (2010), [6]Nemetz (1980), [7]Perez (2009), [8]Raymon et al. (s.a.), [9]Schaeffer et al. 2012), [10]SGHL (2011)

*Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/∽ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Schifffahrtsstrecken

BESCHREIBUNG:
Projekte bei Schifffahrtsstrecken für die Binnenschifffahrt umfassen Veränderungen der Wasserstraße und der Uferbereiche einschließlich Anlegestellen und Binnenhäfen

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Mittlere Temperaturverschiebung der Jahreszeiten	⇨	Abschmelzen der Gletscher Verminderung der Retention	allgemeingültig	• Jahreszeitliche Verschiebung der Höchstwasserstände in Richtung Winter und früher Frühling[7)] • Mobilisation von Geschiebe durch Freiwerden von Flächen im Gletscherbereich führt zu erhöhtem Eintrag in Wasserwege[2), 8), 9)]
Hitzewelle	⬀	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Erschwerte Bedingungen beim Umbau von Wasserstraßen und bei Renaturierungsarbeiten[4)] • Wirtschaftliche Schäden durch Betriebsunterbrechungen oder Verzögerungen bei Niedrigwasserständen[4)]
Mittlere Temperaturveränderung	⬀	Hohe Verdunstung Geringer Oberflächenabfluss	allgemeingültig	• Niederwasserstände können dazu führen, dass bestimmte Flusspassagen vorübergehend eingeschränkt oder unpassierbar werden[5)] • Befahrbarkeit nur durch Verringerung der Lademenge der Schiffe – erhöhte Transportkosten und sinkende Effizienz[5)]
Kältewelle	⬂	Direkte Wirkung	Allgemeingültig	• Erschwerte Bedingungen beim Umbau von Wasserstraßen und bei Renaturierungsarbeiten[4)] • Wirtschaftliche Schäden durch Betriebsunterbrechungen oder Verzögerungen[4)]
		Vereisungen	allgemeingültig	• Eingeschränkte Befahrbarkeit der Wasserstraßen[4), 10)]
		Eisstoß	allgemeingültig	• Eingeschränkte Befahrbarkeit der Wasserstraßen[4), 10)] • Beschädigungen an Schiffen und Brücken[4)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	∽	Direkte Wirkung	Gewässernähe	• Schäden an der Infrastruktur (inkl. Baugut, Personen und Vegetation[1), 3)] • Erhöhter Geschiebetransport führt zu zusätzlichen Sedimentablagerungen [3), 4), 6)] • Verzögerungen und Wartezeiten durch Geschiebe in Schleusen[4), 7)] • Eingeschränkte Befahrbarkeit der Wasserstraße[4), 7)]
Lokale Starkniederschläge	∽	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Erhöhter Geschiebetransport führt zu zusätzlichen Ablagerungen[3), 4), 6)] • Verzögerungen und Wartezeiten durch veränderte Wasserführung[3), 4), 6)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Niedrigwasser	allgemeingültig	• Niederwasserstände können dazu führen, dass bestimmte Flusspassagen vorübergehend eingeschränkt oder unpassierbar werden[3), 4), 6)] • Befahrbarkeit nur durch Verringerung der Lademenge der Schiffe – erhöhte Transportkosten und sinkende Effizienz[3)]
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Tornados, Windwurf, Blitzschlag, windbedingte Sedimentablagerungen	allgemeingültig	• Erhöhter Feststofftransport der Gewässer (z.B. durch Windwurf)[4)] • Schäden an der Hafeninfrastruktur[4)] • Betriebsunterbrechungen bei Schleusen[4)]
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	⇨			

Quellen:
[1]Altvater et al. (2011), [2]Funk (2013), [3]Holzmann et al. (2010),[4]Input der Stakeholder, [5]Jaegers (2005), [6]Mideksa&Kallbekken (2010), [7]PIANC (2008), [8]Raymond et al. (s.a.), [9]SGHL (2011), [10]Transportation Research Board (2008)

* Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/∽ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Schigebiete

BESCHREIBUNG:
Der Projekttyp „Schigebiete“ umfasst alle Projekte zur Errichtung von Schipisten sowie der zugehörigen Liftinfrastruktur.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Mittlere Temperatur-veränderung	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Veränderung des Urlaubsverhalten – Auf Grund höherer Temperaturen/wenig Schnee in den Quellgebieten möglich[1), 2), 10), 12) 17)] • Verschiebung der Naturschneebedingungen (Ausgleich mit Kunstschnee möglich, aber unter Umständen steigende wirtschaftliche Belastung)[1), 2), 10), 17)]
		Veränderung der Artenzusam-mensetzung	Alpiner Raum	• Auswirkungen auf die Erosionsanfälligkeit der Pistenhänge, Infrastruktur möglich, aber auch positive Veränderungen durch längere Vegetationsperio-den theoretisch gegeben[19)]
		Verlust von Per-mafrostböden Rückzug von Glet-schern	Alpiner Raum	• Instabilität von Fundamenten der Infrastruktur (z.B. Liftstützen, Liftstationen, Hütteninfrastruktur, etc.)[6), 15)] • Erhöhte Erosionsanfälligkeit, Hangrutschungen, Muren aufgrund geringerer Stabilität früherer Permafrosthänge[11), 12), 13), 20)] • Gefährdung von Personen und Infrastruktur durch Rutschungen[11), 12), 13), 20)]
Kältewelle	⬂	Vereisungen	Allgemeingültig	• Festfrieren von Eis und Schnee an der Infrastruktur (je nach Luftfeuchtigkeit und kleinklimatischen Bedingungen)[12)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	∽	Unterspülungen Treibgut Erosion	Gewässernähe	• Beeinträchtigung der Stabilität der Infrastruktur[9), 12), 21), 22)] • Verlängerung der Bauzeiten[12)]
Lokale Starkniederschläge	∽	Sturzfluten, Erdrut-sche, Steinschläge, Muren	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Beschädigung der Schipiste selbst (Abstürze, Gefahrenstellen, etc.)[9), 18)] • Beschädigung der Liftanlagen und Seilbahninfrastruktur[12)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Direkte Wirkung durch Dürre	Alpiner Raum	• Höhere Erosionsanfälligkeit des Pistenbodens möglich in Kombination mit Starkniederschlägen[7), 9)] • Speicherteiche u.U. nicht entsprechend gefüllt (durch Niederschlag) für die nächste Saison [12)]
			Alpiner Raum	• Bei geringen Naturschneemengen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit möglich – Im Winter jedoch voraussichtlich Zunahme der Niederschlagsmenge im Al-penraum[1), 2), 12), 17)]
Schneefall (Nassschnee)	∽[x]	Vermehrte Extremnie-derschlagsereignisse, Höhere Lawinenwahr-scheinlichkeit	Alpiner Raum	• Schäden an der Seilbahninfrastruktur durch Nassschneelawinen[2), 5), 12)]
Schneefall über 1500m	⬀			
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Direkte Wirkung durch Windschäden	allgemeingültig	• Betriebsunterbrechungen und Sicherheitsrisiko beim Lift- und Seilbahnbetrieb (z.B. Seilentgleisung, Seilabwurf, direkter Blitzschlag und Überspannung)[8), 12), 14), 16)]
Wind (großräumig – atlanti-sche Stürme, Föhnstürme)	⇨		allgemeingültig	• Beschädigung der Lift- und Seilbahnanlagen [8), 12), 14), 16)] • Betriebsunterbrechungen und Sicherheitsrisiko beim Lift- und Seilbahnbe-trieb[8), 12), 14), 16)]

Quellen:
[1)]Abegg (2009), [2)]Agrawala (2007), [3)]Altvater et al. (2011), [4)]Birkmann et al. (2010), [5)]Bhutjyani (1994), [6)]BMU (2008), [7)]Dehn et al. (2000), [8)]Diedamskopfbahn (2012), [9)]Djerbal&Melbouci (2012), [10)]EEA (2009), [11)]Gruber&Haeberli (2007), [12)]Input der Stakeholder, [13)]Jochem&Schade (2009), [14)]McClung&Schaerer (1993), [15)]Nelson et al. (2001), [16)]Neue Züricher Zeitung (2008), [17)]Pröbstl (2006), [18)]Rutzinger et al. 2013, [19)]Savonis et al. (2008), [20)]Stoffel&Huggel (2012), [21)]Swart&Biesbroek (2008), [22)]Transprt Research Board (2008)

* Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich
[x]Für Starken Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. Weiters ist in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich.

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/∽ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Städtebauliche Vorhaben

BESCHREIBUNG:
Unter „Städtebaulichen Vorhaben“ sind alle großen Städtebauvorhaben (zB. Siedlungserweiterungen) zu verstehen, welche gemäß UVPG 2000 UVP-pflichtig sind.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Hitzewelle	⬀	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	• Beeinträchtigung des thermischen Komforts, gesundheitliche Probleme (inkl. Todesfälle, Hitzeschlag, etc.)[3), 9)] • Hitzebelastung in Gebäuden (→ Bedarf an Kühlungen, Beschattungsmaßnahmen, Dach- und Fassadenbegrünung, angepasste Fassadendämmung und Reduktion der Glasfronten etc.)[3), 9), 16)] • Hitzebelastung in Freiräumen und Entstehung von Wärmeinseln[9), 16)]
Mittlere Temperatur-veränderung	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Veränderungen des städtischen mikro- und mesoklimatischen Bedingungen, z.B. vermehrte Entstehung von Hitzeinseln[9)] • Zunahme der Bedeutung von Frisch- und Kaltluftschneisen[9)] • Anstieg des Wurzelwachstums kann zur Beschädigungen durch Wurzelsprengungen führen[14)]
Temperaturschwankungen	⇨	Starke Tagesgänge bzw. Zunahme der Tag zu Tag Variabilität	allgemeingültig	• Stärkere physikalische Beanspruchung von Gebäuden durch Temperaturvariabilität[9)]
Kältewelle	⬂	Direkte Kältewirkung	allgemeingültig	• Veränderter Salzstreubedarf (
		Frostsprengungen Vereisungen	allgemeingültig	• Schäden an Gebäuden und Straßen (wie z.B. Schäden am Straßenbelag)[6),9),10)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	⤺	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Überlastung des Kanalsystems und in der Folge Überschwemmungen von verkehrswegen[9), 16), 17)] • Zunahme der Bedeutung von Grünflächen für den Wasserrückhalt[9), 16), 17)]
		Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	• Unterspülung und dadurch Absenkung/Setzung der Infrastruktur[9), 16), 17)] • Beschädigungen an der Infrastruktur und Gebäuden[9), 16), 17)] • Gefahr für die Wohnbevölkerung durch Hochwasser in Gebäuden[9)]
Lokale Starkniederschläge	⤺	Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	• Beschädigungen an der Infrastruktur und Gebäuden[9), 12)] • Gefahr für die Bevölkerung[9)]
		Hagel	allgemeingültig	• Schäden an der städtischen Infrastruktur sowie an Gebäuden[9), 12)] • Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität im öffentliche Raum[9), 12)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Erhöhter Bewässerungsbedarf der Grünflächen und Bäume im öffentlichen Raum[9), 12)]
		Brände	Vegetationsnähe (z.B. Wald)	• Schäden an städtischer Infrastruktur und Gebäuden[9), 12)] • Gefahr für Wohnbevölkerung[9), 12)]
Schneefall (Nassschnee)	⤺[x]	Hoher Schneedruck (Schneelast)	allgemeingültig	• Schäden an Gebäuden (v.a. Dächer) und Infrastruktur[9)] • Gefahr für die Bevölkerung in Form von Dachlawinen[9)]
WIND				
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	⇨	Veränderungen der Durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten	allgemeingültig	• Düseneffekte: Höhere Windstärken entlang Luftleitbahnen[5), 9)] • Düseneffekte: Änderung der Windkomfortbedingungen[5), 9)]

Quellen:
[1]AustroClim (2010), [2]Carmin&Zhang (2009), [3]EEA (2010), [4]European Union and the Commitee of the Regions (s.a.), [5]Gobiet et al. (2013), [6]Hallegatte (2009), [7]Holzmann et al. (2010), [8]Infrastructure Canada (2006), [9]Input der Stakeholder, [10]Jochem&Schade (2009), [11]McCallum et al. (2013), [12]Ministry of Interior Hungary – Vati Hungarian Nonprofit Ltd. For Regional Development and Town Planning (2011), [37]Pompe et al. (2011), [14]Savonis et al. (2008), [15]Schauser et al (2010), [16]Schuchardt&Wittig (2012), [17]Suarez et al. (2005),

* Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich
[x]Für Starken Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. Weiters ist in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich.

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/⤺ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Golfplätze

BESCHREIBUNG:
Zu Golfplätzen zählen alle Golfanlagen inclusive der zum Golfsport mit der Anlage unmittelbar zugehörigen Einrichtungen (z.B. Clubhaus, Parkplatz, …) zusammengefasst.

Meteorologische Phänomene	Klima-trend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Hitzewelle/Dürre	⬀	Direkte Wirkung	Allgemeingültig	• Auswirkungen auf den Rasen durch Trockenperioden[4)] • Betriebswirtschaftliche Schäden durch erhöhte Rasenpflege und Bewässerung bei Trockenheit[1)] • Die Bereitschaft Golf zu spielen sinkt bei Temperaturen über 30°C stark und es könnte zu Ausfällen der Einnahmen kommen – dies kann evt. durch längere Bespielbarkeit im Frühjahr und Herbst im Jahresschnitt wieder ausgeglichen werden[1)]
Mittlere Temperaturverschiebung der Jahreszeiten	⬀	Milderer Herbst und Winter	Allgemeingültig	• Stärkerer Schädlings- und Krankheitsbefall[1)] • Strohbildung im Rasen[4)] • Verlängerte Spielsaison als positiver Effekt[1)] • Durch die verlängerte Spielsaison kann es zu einer höheren Bodenverdichtung, einer stärkeren Abnutzung des Rasens und zu Erosion und Narben kommen[4)]
		Feuchter Herbst und Winter	Allgemeingültig	• Wasseransammlungen am Rasen führen zu einem weichem Boden und Platzsperren werden wahrscheinlicher[1)] • Abschlagspuren auf weichem Boden können den Rasen beschädigen[1)]
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	⤺	Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	• Unbespielbarkeit des Rasens bei Überschwemmungen[1)]
Lokale Starkniederschläge	⤺	Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Alpiner Raum	• Beschädigung der Anlage[1)]
Trockenheit/ Trockenperioden	⬀	Direkte Wirkung	allgemeingültig	• Im pannonischen Osten Österreichs kann es zu einer Wasserkonkurrenz zwischen Landwirtschaft und Golfplatz kommen[3)]
		Fehlendes Schmelzwasser Verdunstung		• Probleme bei der Bewässerung[1), 2)]
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	⬀	Tornados, Windwurf, Blitzschlag, windbedingte Sedimentablagerungen	allgemeingültig	• Die Motivation Golf zu spielen sinkt und betriebswirtschaftliche Schäden können die Folge sein[1)]

Quellen:
Input der Stakeholder; [2]Schulz H. (1998); [3]StMUG (2012); [4]Windows Richard (2004)

* Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich

Erklärung der Zeichen:
⇨ Keine Veränderung/⬀ Steigender Trend/⬂ Abnehmender Trend/⤺ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen

Planungsleitfäden und Praxisbeispiele in Europa

Im Rahmen von ‚ENVISAGE-CC' wurden insgesamt 35 internationale Dokumente, welche sich mit Klimawandel, Klimawandelfolgen und Umweltverträglichkeitsprüfung beschäftigen, herangezogen und eingehender erörtert und beschrieben. Aus dieser intensiven Auseinandersetzung mit Literatur und Praxisbeispielen aus den Jahren 2003 bis 2013 wurden verschiedene Schritte zur Einbeziehung des Klimawandels und der Klimawandelfolgen in die Projektplanung aufgezeigt.

Auch konnten daraus Kriterien für die Entwicklung von Leitlinien zur Einbeziehung des Klimawandels in die Projektplanung abgeleitet und grundlegende Empfehlungen für einen ‚Klimawandelfolgen-Check' aufgelistet werden. Schließlich wurde der ‚Klimawandelfolgen-Check' selbst erstellt.

Konkret wurden dafür folgende Dokumente herangezogen: Zehn zentrale Publikationen, politische Dokumente und Leitfäden über Klimawandel und Umweltverträglichkeitsprüfung wurden betrachtet. So wurde auch der politische Rahmen zum Thema Klimawandelfolgen und Umweltverträglichkeitsprüfung in Europa und darüber hinaus aufgezeigt. Neun online-toolkits zur Einbeziehung vom Klimawandel in die Projektentwicklung wurden aufgelistet und skizziert. Und neun Praxisbeispiele, welche Klimawandelfolgen bei der Entwicklung unterschiedlicher Infrastrukturprojekte in der ein- oder anderen Form berücksichtigen, wurden beschrieben.

Die Analyse dieser Dokumente und Praxisbeispiele führte auch zur Erkenntnis, dass die UVP als bestehendes und bewährtes Prüfverfahren gut geeignet erscheint, die Auswirkungen des Klimawandels und die Anpassung und Gestaltung der Infrastrukturprojekte einzubeziehen. Gerade das schrittweise Vorgehen im Zuge eines UVP-Verfahrens – vom Screening über das Scoping zur eigentlichen Prüfung und anschließend zur Umsetzung und zum Monitoring – bietet große Vorteile, auch die Aspekte des Klimawandels schrittweise bei der Projektentwicklung, -planung und Umsetzung zu berücksichtigen. Wichtig ist, dass die Aspekte des Klimawandels bereits im Vorfeld der Projektentwicklung und nicht erst im Nachhinein in die Projekte integriert werden.

Grundsätzlich werden aus der Betrachtung der internationalen Dokumente und Praxisbeispiele folgende Schlüsselkriterien für anwendungsorientierte Planungsleitfäden genannt:

- Die Zielgruppe der Anwender und die Ziele des Planungsleitfadens müssen klar definiert sein.
- Die Informationen über den Klimawandel auf nationaler und/oder regionaler Ebene müssen aussagekräftig und zuverlässig sein. Räumlichen Rahmenbedingungen gehören bezeichnet.
- Die Chancen, aber auch die Herausforderungen bei der Berücksichtigung des Klimawandels in Infrastrukturprojekten gehören offengelegt.
- Informationen über die Auswirkungen des Klimawandels – sowohl positive als auch negative Auswirkungen – gegenüber unterschiedlichen Projekttypen (von Infrastrukturprojekten) sind wichtig.
- Zuordnung von Empfehlungen zu einem konkreten Arbeitsschritt in der Projektentwicklung oder im UVP-Verfahren (schrittweiser Ansatz). Empfehlung unterschiedlicher Arbeitsansätze/Instrumente für unterschiedliche Arbeitsschritte. Den Erfahrungsschatz der Stakeholder einfließen lassen.
- Anpassungsmöglichkeiten gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels aufzeigen und – sofern möglich – Empfehlungen zu Anpassungsmaßnahmen geben, um sich bietende Wettbewerbsvorteile aufgrund erhöhter Widerstandsfähigkeit nutzen zu können.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Auswirkungen des Klimawandels manifestieren sich räumlich sehr unterschiedlich und sind bereits heute vielerorts sichtbar. Beste Beispiele hierfür sind der zunehmende Rückgang und Zerfall der Eis- und Gletscherflächen, das Auftauen der Permafrostböden in höheren Breiten sowie im Hochgebirge, saisonale Verschiebung der Niederschlagsverteilung, veränderte Abflussregime von Flüssen, sowie vermehrt auftretende Hitze- und Dürreperioden. Eine Vielzahl von Ökosystemen reagiert besonders sensitiv auf diese klimatischen Veränderungen.

Für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen und Infrastrukturen mit einer langen Nutzungsdauer, ist eine Auseinandersetzung mit Klimawandelfolgen bereits in der Projektkonzeption von Bedeutung. Damit können mögliche Anpassungsmaßnahmen vorsorglich bei der Projektplanung mit überlegt werden, um spätere Instandsetzungs- und Folgekosten zu vermeiden oder zu reduzieren sowie allfällige Synergien zu nutzen.

Empfehlung: Ein Klimawandelfolgen-Check für Infrastrukturprojekte

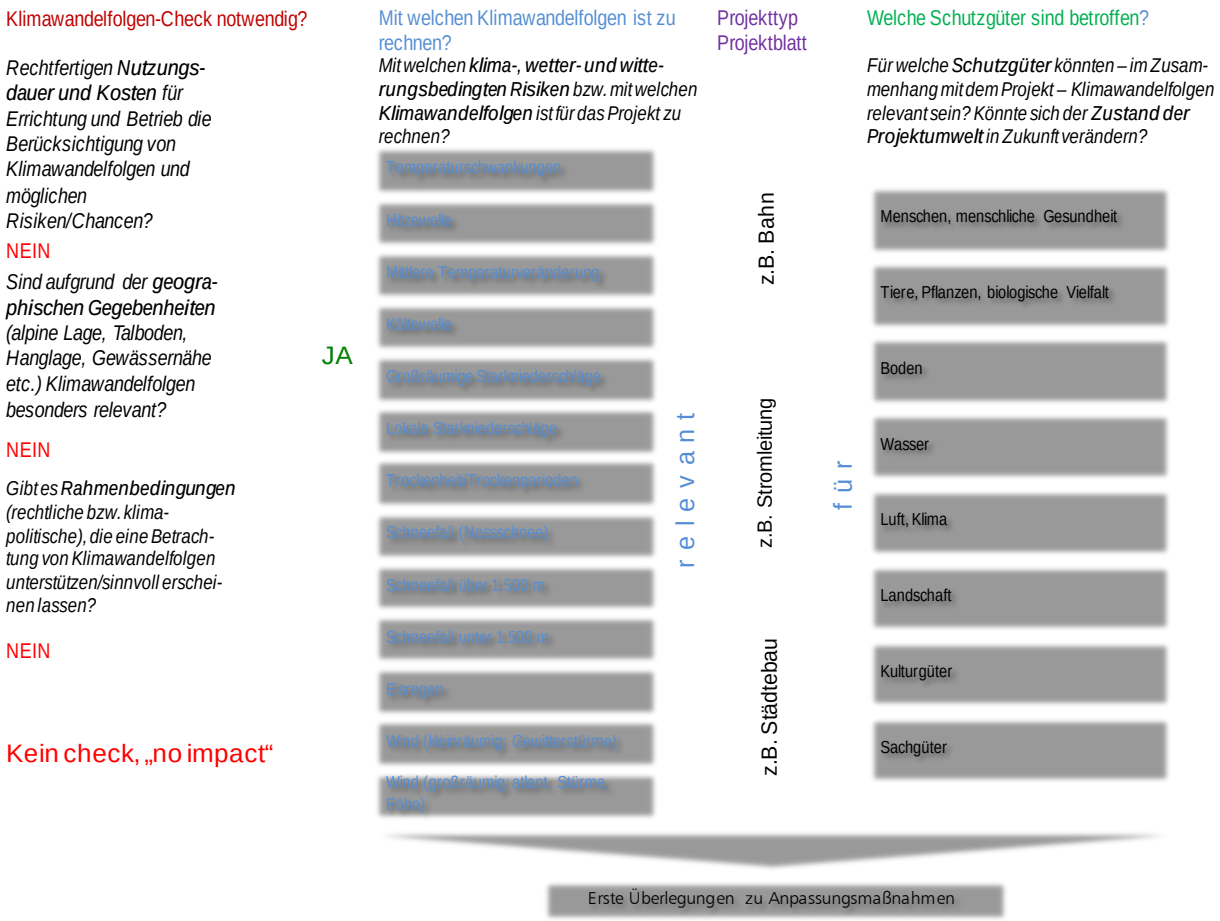
Die „Strategische Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen“ mit dem Klimawandelfolgen-Check hilft mit, jene wetter- und witterungsbedingten Risiken des Klimawandels zu identifizieren, welche den Betrieb und die Erhaltung eines Großprojektes langfristig nachteilig beeinflussen könnten und daher einer vertieften Analyse bedürfen. Solche allfällig weiteren Untersuchungen sind dann stärker auf das konkrete Projekt und dessen Projektregion bezogen und können z.B. detailliertere regionale Klimamodelle einschließen.

Im Planungsablauf setzt der Klimawandelfolgen-Check in einer frühen Projektplanungsphase (Vorprojektphase) an, in der weitere Untersuchungsinhalte definiert werden können und noch Flexibilität bezüglich der Aufnahme von Adaptierungsmaßnahmen in die Projektplanung möglich sind. Da gerade Großprojekte mit langer Nutzungsdauer häufig der UVP-Plicht unterliegen, macht es in diesem Fall Sinn, den Klimawandelfolgen-Check mit dem Scoping-Prozess – also der Festlegung des Untersuchungsrahmens vor Erstellung der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) – zu verbinden.

Der Klimawandelfolgen-Check kann in Konzeption und Entwicklung von Großprojekten (die oftmals der UVP-Pflicht unterliegen) unterstützend wirken, sodass mögliche Folgen des Klimawandels vorausschauend berücksichtigt und somit spätere Folgekosten und negative Auswirkungen auf Mensch, Gesellschaft und Umwelt reduziert werden. Um die Verwundbarkeit von Großprojekten – auch in Zusammenhang mit der veränderten Sensitivität der Projektumwelt – gegenüber negativen Auswirkungen des Klimawandels möglichst gering zu halten bzw. die Anpassungsfähigkeit frühzeitig zu stärken, sollten Klimawandelfolgen in einer möglichst frühen Projektplanungs- und -entwicklungsphase berücksichtigt werden.

Der hier beschriebene “Klimawandelfolgen-Check” richtet sich insbesondere an ProjektwerberInnen, an PlanerInnen und FachexpertInnen welche in einer frühen Phase in die Projektplanung eingebunden werden. Der “Klimawandelfolgen-Check” setzt vor einer Detailplanung, wie sie für eine allfällige UVP-Einreichung erforderlich wäre, an. Der mehrstufige „Klimawandelfolgen-Check“ hilft, die Frage zu beantworten, ob es erforderlich oder sinnvoll ist, die Klimawandelfolgen in der Planungsphase eines konkreten Projektes zu berücksichtigen. Zudem können auch klimarelevante Auswirkungen identifiziert werden.

Die folgende Abbildung fasst die prinzipielle Vorgangsweise des „Klimawandelfolgen-Checks“ zusammen:



Quelle: ÖIR, BOKU, Umweltbundesamt 2014

Mithilfe der schrittweisen Methode des Klimawandelfolgen-Checks kann für große Infrastrukturprojekte rasch eine Antwort auf folgende Fragen gegeben werden:

- Erscheint für das konkrete Projektvorhaben ein Klimawandelfolgen-Check sinnvoll und notwendig?
- Mit welchen Klimawandelfolgen ist bei der Art des konkreten Infrastrukturprojektes zu rechnen? Unter Heranziehen der Projektblätter können die wesentlichen wetter- und witterungsbedingten Risiken dieses Projekttyps identifiziert werden.
- Welche Schutzgüter sind betroffen? Mögliche künftige Veränderungen des Zustands der maßgeblichen Projektumwelt können genannt und grob skizziert werden.
- Welche Maßnahmen erscheinen hilfreich, um das Projekt „klimawandelfit“ zu machen? Erste Überlegungen zu allfälligen Maßnahmen bzw. Alternativen, welche bereits in der frühen Projektplanung berücksichtigt werden, können angeregt werden.

Die Thematisierung des Klimawandels wird bei UVP-pflichtigen Projekten an Bedeutung gewinnen, da auf EU-Ebene die UVP-Gesetzgebung wie nachfolgend ergänzt wurde: *„Der Klimawandel wird weiter Umweltschäden verursachen und die wirtschaftliche Entwicklung gefährden. Diesbezüglich ist es angezeigt, die Auswirkungen von Projekten auf das Klima (z. B. Treibhausgasemissionen) und ihre Anfälligkeit in Bezug auf den Klimawandel zu bewerten. (Richtlinie 2014/52/EU)“*. Dies macht zukünftig eine Beachtung von Klimawandelfolgen auch in der österreichischen UVP-Praxis notwendig. Die „Strategische Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen“ könnte ein erster Beitrag dazu sein.

Projektdetails

6 Methodik

Im Projekt ENVISAGE-CC wurden folgenden grundlegenden Methoden eingesetzt:

- **Literaturrecherche**:
  In einer umfassenden Analyse wurde die relevante Literatur zu den Klimawandelfolgen und dessen Auswirkungen auf Großprojekte ausgewertet. Die bestehenden Dokumente zum Thema Klimawandelfolgen und UVP wurden analysiert und Good-Practice-Beispiele in einem Bericht vergleichend dokumentiert.
- **Interviews mit Stakeholdern**:
  Über qualitative Interviews mit österreichweit agierenden Projektbetreiber/-innen und Fachleuten für hochrangige Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrswege, Starkstromleitungen, Wasserkraftwerke, Windkraftanlagen, Skigebiete, Städtebauprojekte und Golfplätze wurde anhand eines standardisierten Interviewleitfadens mit offenen Fragen der konkrete Erfahrungshintergrund erhoben.
- **Rückkoppelungsschleifen in Workshops mit Stakeholdern und mit einem Advisory Board:**
  In zwei Stakeholderworkshops und unter Begleitung eines wissenschaftlichen Advisory Boards wurden Zwischenergebnisse präsentiert, reflektiert und in die weitere Bearbeitung aufgenommen.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche werden mit den Ergebnissen der Stakeholder/-innenbefragung (qualitative Interviews, zwei Stakeholder-Workshops) zusammengeführt und gemeinsam dargestellt. Literaturrecherche und Interviews waren für die Erstellung der Projektblätter grundlegend.

Die Projektblätter stellen für jeden der untersuchten Projekttypen dar, welche Veränderungen der meteorologischen Phänomene sich wie auf die Bau- und Betriebsphase des Projektes auswirken. Mittels Checklisten ermöglichen die Projektblätter den Projektentwicklern frühzeitig abzuschätzen, welche Klimawandelaspekte in einem konkreten Projekt relevant sein könnten.

Folgende Stakeholder haben an diesem Forschungsprojekt als Praxispartner mitgewirkt:

ASFINAG Bau Management GmbH · Aspern Development AG · Austrian Power Grid AG · Energie Burgenland-Windkraft GmbH · Fachverband der Seilbahnen · ÖBB Infrastruktur AG · Ökoenergie · Stadt Wien, MA 21 · Verbund (AHP) · via donau – Österreichische Wasserstraßen-Gesellschaft mbH

Die beiden Mitglieder des Advisory Board waren:

Prof. Thomas B. Fischer, University of Liverpool, Department for Geography and Planning School of Environmental Sciences

Dr. Thomas Wachter, Büro für Umweltplanung, Hamburg

Literaturrecherche

Im Rahmen der Literaturrecherche wurde die relevante wissenschaftliche Literatur inklusive der zur Verfügung stehenden grauen Literatur gesichtet. Somit war gewährleistet, dass die Darstellung der Auswirkungen von meteorologischen Phänomenen auf den Bau und Betrieb des untersuchten Projekttyps wissenschaftlich abgesichert war.

Stakeholder Innenbefragung

Tabelle 2: Liste der interviewten Stakeholder

Projekttyp	Name (Institution)	Aufgabenbereich / Rolle in der Projektentwicklung / UVP
Bahnanlagen	Reinhold Hödl (ÖBB Infrastruktur)	Leiter Projektmanagement, Projektkoordination, Novellierung UVP Gesetz
	Christian Rachoy (ÖBB Infastruktur)	Naturgefahrenmanagement, Der Fokus liegt auf dem Themenbereich Naturgefahren und der Teilnahme an Netzwerkprojekten
Straßen	Martin Pöcheim (ASFINAG)	Planung/Projektleiter
	Stefan Pölzlbauer (ASFINAG)	Umwelt- Verfahrensmanagement (Mitarbeit in fast allen UVPs)
	Klaus Höretseder (ASFINAG)	Projektleiter Bestandmanagement
Starkstromleitungen	Klemens Reich (APG)	strategische Begleitung, Projektdefinition, Grundeckdaten 1 Projektentwicklungsphase, Geologisches Gutachten
Windenergieanlagen	Günter Clauss (Energie Burgenland Windkraft)	Projektkoordinator/Leiter … Leitungen, Kabelanschlüsse, Kommunikation (Gemeinde, Länder, Interessensvertr.)
	Fritz Herzog (Ökoenergie)	Begleitung von der Projektidee über das Konzept und die UVP bis hin zur Genehmigung, Bauphase und Betrieb
Wasserkraftwerke und Stauanlagen	Patrizia Dreier (Verbund)	Projektwerber, Projektbegleiter, Projekt und UVP-Koordinator
	Andreas Fischer-Kalambokis (Verbund)	
	Karl Potz (Verbund)	
	Herwig Rabitsch (Verbund)	
Schifffahrtsstrecken	Nina Siedl (via donau)	Umweltmanagement und Sicherheitsmanagement, vor allem beim Umgang des Unternehmens mit den Auswirkungen des Klimawandels
Schigebiete	Peter Winkler (Fachverband der Seilbahnen, WKÖ)	Als Interessensvertretung an Themenbezogenen Veranstaltungen teilgenommen (Verhandlungen der Novellierungen des UVP Gesetzes, Abgrenzung des Geltungsbereichs von Skigebieten, Beschleunigung des UVP Verfahrens), Informationsveranstaltungen und Workshops zum Thema UVP organisiert.
	Erik Wolf (Fachverband der Seilbahnen, WKÖ)	
Städtebauliche Vorhaben	Manfred Schönfeld (MA21)	Abschätzung UVP-Pflichtigkeit, Berater UVP, Städtebauvorhaben
	Kurt Hofstetter (Aspern 3420)	Prüfung von UVEs als Amtssachverständiger, Zielgebietskoordinator für die UVPs in der Seestadt Aspern
Golfplätze	Horst Scheibl (Amt der Salzburger Landesregierung)	Sachverständiger für Schi-, Golf, Spiel- und Sportanlagen

Die Mitwirkung der Stakeholder/-innen war zentral, um die langjährige und eingehende Erfahrung der Fachleute und Projektbetreiber/-innen zu konkreten Auswirkungen von meteorologischen Phänomenen auf den Bau und Betrieb eines großen Infrastrukturprojektes berücksichtigen zu können. Die folgende Tabelle umfasst die Liste der mitwirkenden Stakeholder/-innen einschließlich der Beschreibung ihrer Aufgabengebiete.

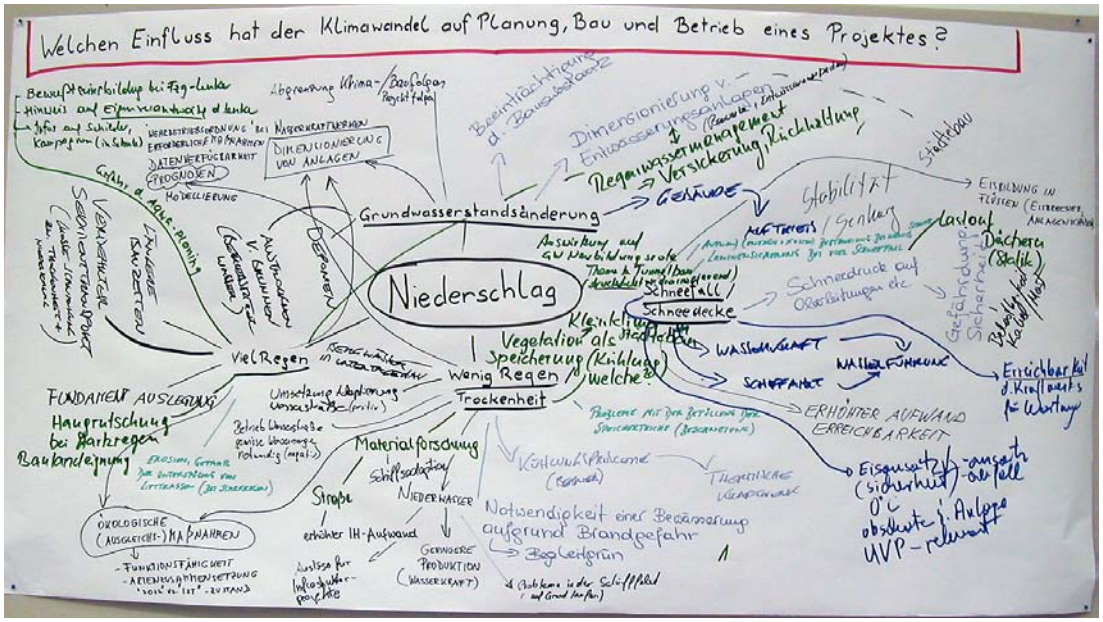
Die Einbeziehung der Stakeholder/-innen erfolgte mittels persönlicher Interviews auf Basis eines standardisierten Interviewleitfadens mit offenen Fragen. Die Fragen bezogen sich auf folgende Schwerpunkte:

- Die Rolle in der UVP und bei der Projektentwicklung,
- Den Status Quo der Einbeziehung der Klimawandelfolgen (mögliche Risiken und Chancen durch den Klimawandel) während der Projektentwicklung,
- Fragen zu einem möglichen Leitfaden zum Thema Klimawandel und Großprojekte.

Stakeholder-Workshops und Advisory Board

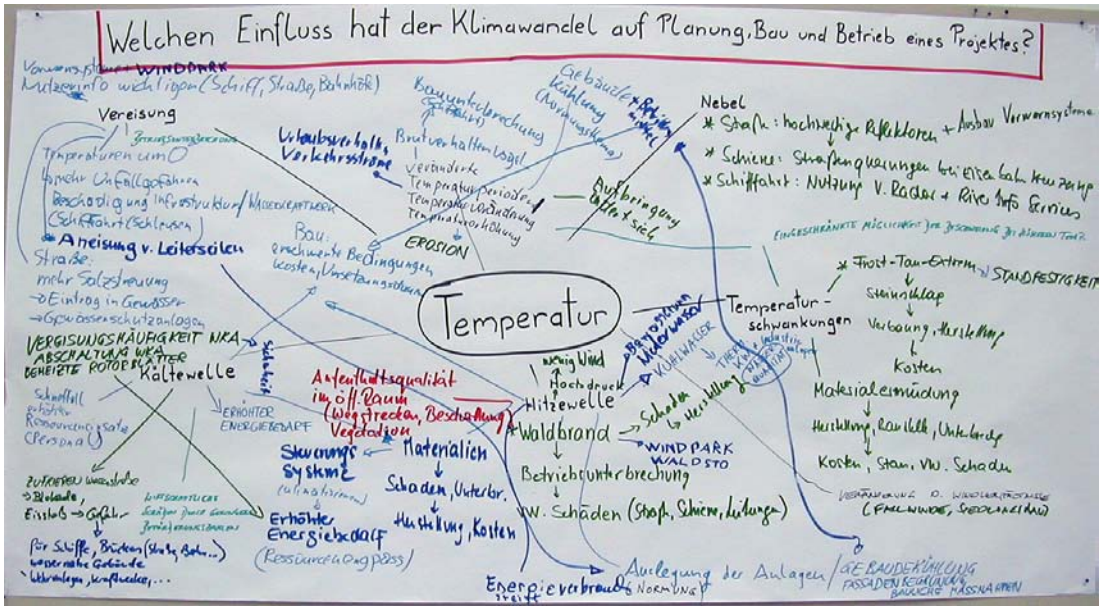
Die Ergebnisse der Interviews wurden im ersten Workshop am 23. Oktober 2013 mit allen Stakeholdern nochmals vertieft und diskutiert. Dazu wurden in einem Brainstorming systemische Bilder/„Systemic Pictures“ gezeichnet. Diese skizzieren die Auswirkungen des Klimawandels auf spezielle Projekttypen. Die systemischen Bilder wurden für unterschiedliche meteorologische Phänomene erstellt – siehe die folgende drei Abbildungen. Darin werden die Beziehungen zwischen meteorologischen Phänomenen und deren Folgen für Bau und Betrieb von großen Infrastrukturprojekten veranschaulicht.

Abbildung 2: Ergebnisse des Brainstormings: Zusammenhänge zwischen Veränderungen des Niederschlags und Planung, Bau und Betrieb eines Projekttyps



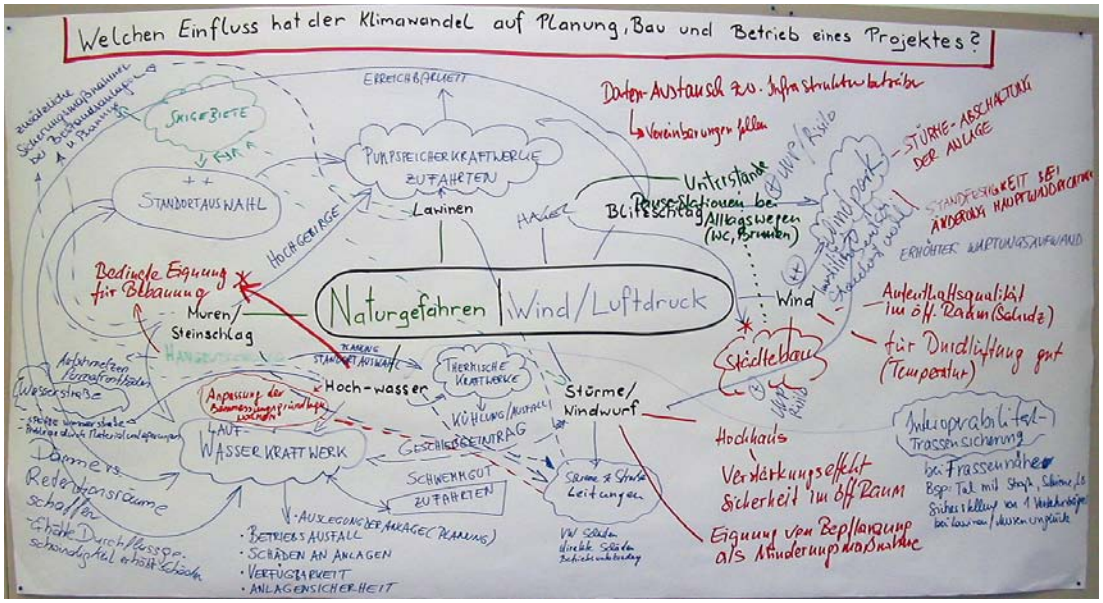
Quelle. Envisage CC

Abbildung 3: Ergebnisse des Brainstormings: Zusammenhänge zwischen Veränderungen der Temperatur und Planung, Bau und Betrieb eines Projektes



Quelle. Envisage CC

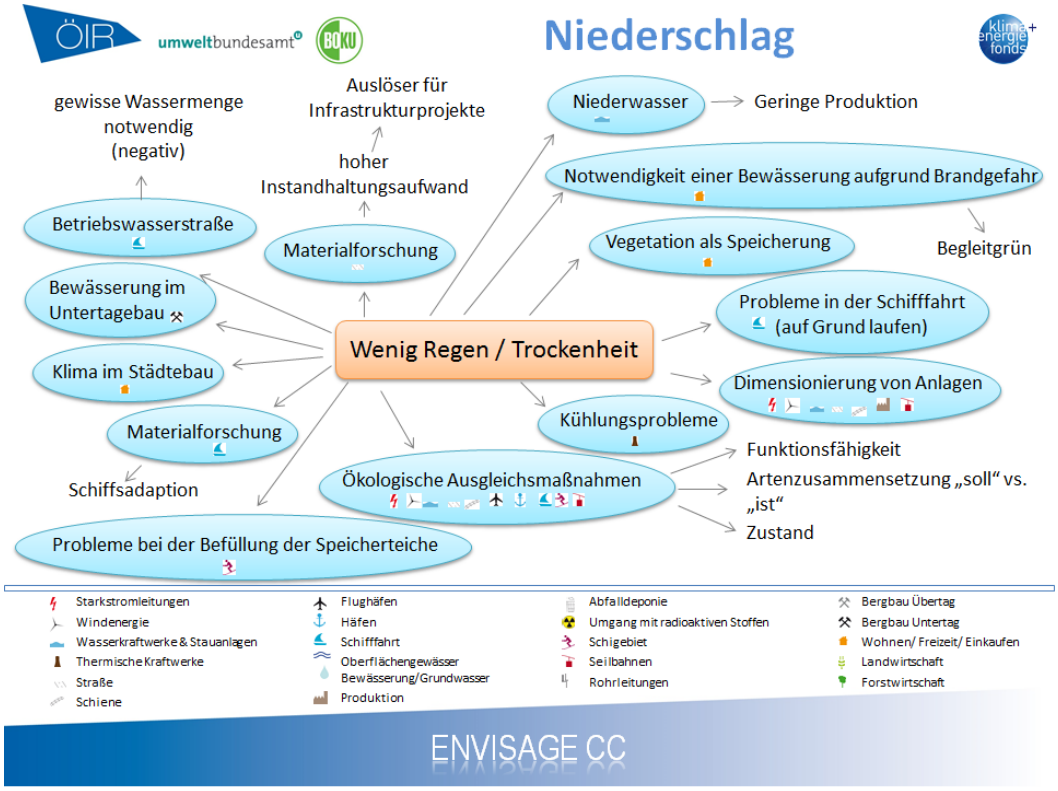
Abbildung 4: Ergebnisse des Brainstormings: Zusammenhänge zwischen den Veränderungen der Naturgefahren und Planung, Bau und Betrieb eines Projektes



Quelle. Envisage CC

Die Ergebnisse des Workshops wurden in weiterer Folge textlich ausgewertet und grafisch dargestellt (Beispiel siehe folgende Abbildung). Letztendlich flossen sie gemeinsam mit den Ergebnissen der Literaturrecherche in die Projektblätter der „Strategischen Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen“ ein.

Abbildung 5: Exemplarische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Niederschlag und Planung, Bau und Betrieb unterschiedlicher Projekttypen



Quelle. Envisage CC

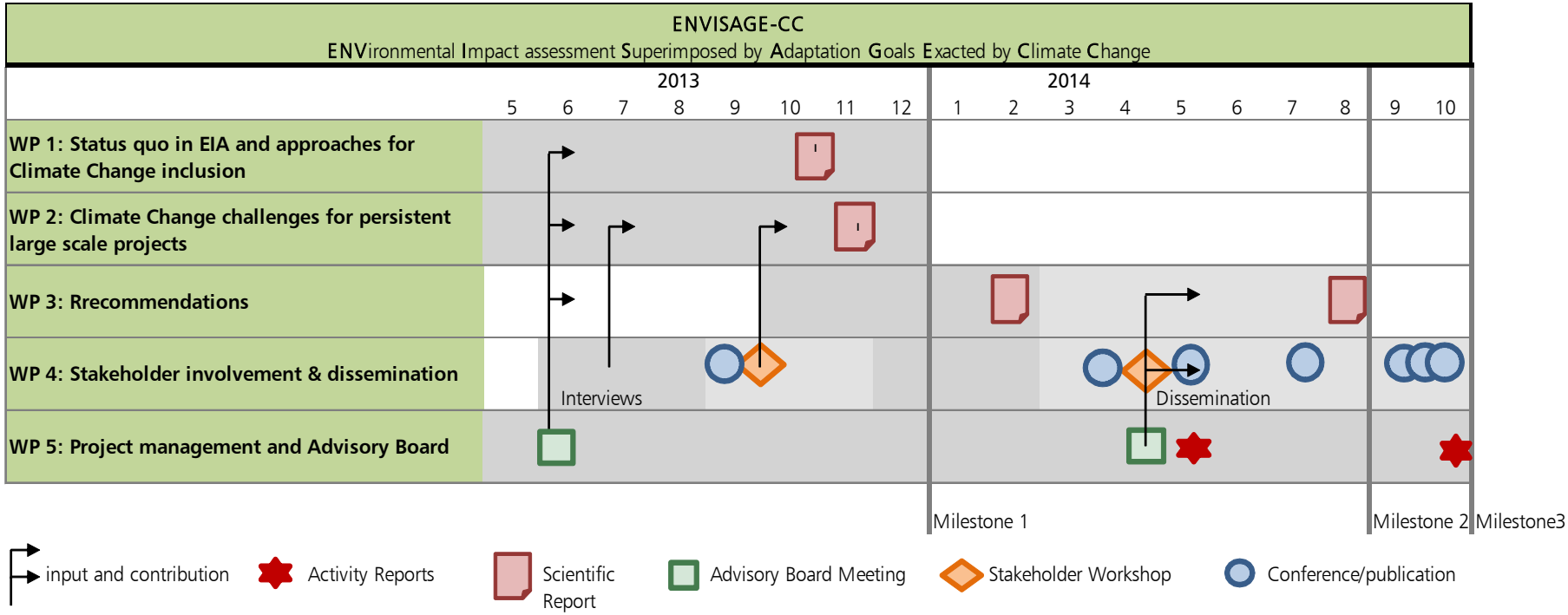
In einem zweiten Stakeholder-Workshop am 29. April 2014 wurden die Projektdatenblätter und der Klimawandelfolgencheck einem Praxistest mit den Stakeholdern/-innen unterzogen. Vier praktische Beispiele halfen, die Praxistests möglichst anschaulich durchzuführen. Die Projektdatenblätter und der Klimawandelfolgencheck wurden eingesetzt und auf ihre Anwendbarkeit hin getestet. Hinweise und Anregungen wurden aufgenommen, um die Projektdatenblätter und den Klimawandelfolgen-check noch praxistauglicher zu gestalten.

Quelle. Envisage CC

Um die Qualität des Projekts zu erhöhen und um eine internationale Sichtweise auf das Projekt zu erlangen, begleiteten zwei internationale Experten aus England und Deutschland das Projekt durchgehend in Form eines Advisory Boards. Dafür gab es zwei ganztägige Treffen in Wien ausschließlich mit dem Advisory Board und die Advisory Board-Mitglieder nahmen zusätzlich am zweiten Stakeholder-Workshop im April 2014 teil. Schriftliche Zwischenergebnisse wurden den Mitgliedern des Advisory Board laufend übermittelt und deren Rückmeldungen eingeholt, ergänzend dazu erfolgten fernmündliche Kontakte und ein Austausch über gemeinsame Publikationen oder im Zuge von internationalen Konferenzen.

7 Arbeits- und Zeitplan

Die folgende Abbildung zeigt den Arbeits- und Zeitplan für ENVISAGE CC



8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

CONFERENCES				
Specification	Time	Place	Title of presentation	Kind of contribution
Innovation Award – Strategische Ko-operation BOKU-Umweltbundesamt	2013, October 2nd	Tulln/ Austria	Poster: ‚ENVISAGE-CC – Klimawandel und Großprojekte‘	Poster Presentation
UVP-Arbeitskreis 2013 (annual Meeting of compe-tent authorities from the national level and the nine provinces in the field of Environ-mental Impact Assessment)	2013, October 3rd	Innsbruck/ Austria	Interim results of ENVISAGE-CC	Oral Presentation
1st Stakeholder Workshop	2013, October 23rd	Vienna/ Austria	ENVISAGE CC – Das Projekt	Oral Presentation
15. Österreichischer Klimatag	2014, April 3rd	Innsbruck/ Austria	Poster: ‚ENVISAGE-CC – Klimawandel und Großprojekte‘ Presentation: ‚Wie kann die Raumplanung auf regionaler Ebene die Anpassung an den Klimawandel unterstützen?‘ Panel discussion: ‚Klimawandel und Raum-planung‘	Poster Presentation Panel discussion
2nd Stakeholder Workshop	2014, April 29th	Vienna/ Austria	Der Ergebnis Workshop	Oral Presentation
III International Conference SEA/EIA 2014	2014, May 28th	Donovaly/ Slovakia	ENVISAGE CC	Oral Presentation
ISSRM 2014 – 20th International Sym-posium on Society and Resource Man-agement	2014, June 9-13	Hannover/ Germany	Integration of climate change adaption in Environmental Impact Assessment (EIA) of large Infrastructure projects	Oral Presentation
12. UVP-Kongress	2014, Sep-tember 29th – October 1st	Bad Honnef/ Germany	Integration of climate change impacts and adaption in Environmental Impact Assess-ments – need for research	Oral Presentation
UVP Arbeitskreis 2014	2014, No-vember 20th	Salzburg/ Austria	Final results of ENVISAGE-CC	Oral Presentation
IAIA Conference	2015, April 20-23	Florence/ Italy	Two abstracts accepted	Oral Presentation
Energie Zukunft Tirol	2015, June 10th	Innsbruck/ Austria	Presentation: ‚Möglichkeiten der Raumpla-nung in Bezug auf Energie, Mobilität und Klimawandel‘	Oral Presentation Panel discussion

PUBLICATIONS				
Titel of Journal	Time of publication	Authors	Titel of publication	Stage of publication
BOKU-Met Report	2014	Dallhammer E., Formayer H., Jiricka A., Keringer F., Leitner M., McCallum S., Schmied J., Stanzer G., Völler S.	Strategische Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen	*In press*
UVP Report	March, April 2015	Jiricka A., Völler S., Leitner M., Formayer H., Fischer T. B., Wachter T. F.	Herausforderungen bei der Integration von Klimawandelfolgen und –anpassung in die UVP – ein Blick auf die Planungspraxis in Österreich und Deutschland	published
Envirnmental Impact Assessment Review	2015	Jiricka A., Völler S., Leitner M., Formayer H., Schmidt A., Wachter T. F.,Fischer T. B.,	Challenges in the consideration of climate change impacts in EIA practice – perspectives of actors involved	submitted

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.