

# Auswirkungen des Klimawandels im Ausland – Risiken und Chancen für die Schweiz

Schlussbericht  
Zürich, 19. Dezember 2018

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Anik Kohli, Myriam Steinemann, Madeleine Guyer, Marine Pérus, Jürg Füssler (INF-RAS)

David N. Bresch (ETH Zürich/MeteoSchweiz)

Martina Ragetti, Martin Rösli (SwissTPH)

Urs Neu (ProClim)

## **Impressum**

Auswirkungen des Klimawandels im Ausland – Risiken und Chancen für die Schweiz

Schlussbericht

Zürich, 19. Dezember 2018

### **Auftraggeber**

Bundesamt für Umwelt

Abteilung Klima

Sabine Kleppek, Roland Hohmann

### **Autorinnen und Autoren**

Anik Kohli, Myriam Steinemann, Madeleine Guyer, Marine Pérus, Jürg Füssler (INFRAS)

David N. Bresch (ETH Zürich/MeteoSchweiz)

Martina Ragettli, Martin Rööslü (SwissTPH)

Urs Neu (ProClim)

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

### **Begleitgruppe**

Sabine Kleppek BAFU (Leitung), Roland Hohmann BAFU, Stefan Brem/Christoph Werner BABS, Ueli Haudenschild/Martina Mittelholzer/Viola Cassina BWL, Yuka Greiler/Manfred Kaufmann DEZA, Christoph Curchod SEM, José Romero BAFU, Gian-Reto Walther BAFU, Rolf Gurtner BAFU, Conradin Bolliger BLW, David Gerber/Ines Barnetta SIF, Martina Ragettli/Martin Rööslü SwissTPH, Yvan Keckeis/Stefan Ruchti EDA

### **Hinweis**

Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels	5
1.2.	Ziele des Forschungsprojektes und methodisches Vorgehen	6
1.3.	Gliederung des Berichts	7
<b>2.</b>	<b>Grundlagen zu den internationalen Auswirkungen des Klimawandels</b>	<b>8</b>
2.1.	Begriffe, Konzepte und klimatische Grundlagen	8
2.2.	Gliederung der Einflussbereiche der internationalen Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz	12
<b>3.</b>	<b>Die Vernetzung der Schweiz</b>	<b>16</b>
3.1.	Die Vernetzung der Schweiz aufgrund ihrer Handelsbeziehungen	16
3.2.	Die Vernetzung der Schweiz über die Aussenpolitik	23
3.3.	Die Vernetzung der Schweiz über die Entwicklungszusammenarbeit	26
<b>4.</b>	<b>Auswirkungen des Klimawandels im Ausland</b>	<b>29</b>
4.1.	Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen	29
4.2.	Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Mensch und Tier	34
4.2.1.	Menschliche Gesundheit	34
4.2.2.	Tiergesundheit	36
4.2.3.	Ausmass der gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels	37
4.3.	Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur	38
<b>5.</b>	<b>Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz</b>	<b>42</b>
5.1.	Wirtschaftsleistung	42
5.1.1.	Zusammenhang zwischen Klimawandel und Wirtschaftsleistung	42
5.1.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Wirtschaftsleistung	45
5.1.3.	Handlungsansätze	50
5.2.	Nahrungsmittelversorgung	51
5.2.1.	Zusammenhang zwischen Klimawandel und Nahrungsmittelversorgung	51
5.2.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Nahrungsmittelversorgung der Schweiz	55
5.2.3.	Handlungsansätze	60

5.3.	Energieversorgung _____	62
5.3.1.	Zusammenhang zwischen Klimawandel und Energieversorgung _____	62
5.3.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Energiesicherheit der Schweiz _____	63
5.3.3.	Handlungsansätze _____	68
5.4.	Finanzdienstleistungen _____	69
5.4.1.	Zusammenhang zwischen Klimawandel und Finanzdienstleistungen _____	69
5.4.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzdienstleistungen der Schweiz _____	73
5.4.3.	Handlungsansätze _____	81
5.5.	Sicherheit _____	83
5.5.1.	Zusammenhang zwischen Klimawandel und Sicherheit _____	83
5.5.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Sicherheit der Schweiz _____	87
5.5.3.	Handlungsansätze _____	92
5.6.	Migration _____	94
5.6.1.	Zusammenhang zwischen Migration und Klimawandel _____	94
5.6.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Migration in die Schweiz _____	97
5.6.3.	Handlungsansätze _____	100
5.7.	Entwicklungszusammenarbeit _____	101
5.7.1.	Zusammenhang zwischen Entwicklungszusammenarbeit und Klimawandel _____	101
5.7.2.	Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz _____	106
5.7.3.	Handlungsansätze _____	110
<b>6.</b>	<b>Fazit</b> _____	<b>113</b>
6.1.	Schlussfolgerungen _____	113
6.2.	Ausblick _____	118
<b>Annex</b>	_____	<b>122</b>
<b>Glossar</b>	_____	<b>123</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	_____	<b>126</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	_____	<b>127</b>
<b>Literatur</b>	_____	<b>128</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. Internationale Auswirkungen des Klimawandels

Der Klimawandel ist ein globales Phänomen mit Auswirkungen auf die Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. In einer zunehmend globalisierten Welt können sich die Auswirkungen des Klimawandels irgendwo auf der Welt über wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Verflechtungen auf andere Länder auswirken. Der Umgang mit den Folgen des Klimawandels hat deshalb nicht nur eine nationale, sondern immer auch eine internationale Dimension.

Der Bund fokussiert in seiner Strategie zur Anpassung an den Klimawandel sowie in seinen Analysen der Risiken und Chancen des Klimawandels auf die direkten Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz (BAFU 2012, BAFU 2014, Köllner et al. 2017, INFRAS und Egli Engineering 2015). Die international stark vernetzte Schweiz dürfte aber in erheblichem Masse auch von indirekten, über das Ausland wirkenden Änderungen des Klimas und deren Folgen betroffen sein, wie auch der Bericht Brennpunkt Klima Schweiz festhält (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2016). Beispielsweise können vermehrt auftretende und intensivere Wetterextremereignisse zu häufigeren Unterbrüchen in Zulieferketten von Schweizer Firmen führen, langfristige Klimaänderungen die Nachfragestruktur nach Exporten verändern oder eine eisfreie Arktis neue Transportrouten für Waren ermöglichen. Eine Studie aus dem Jahr 2007 zu den internationalen Einflüssen der Klimaänderung auf die Schweizer Wirtschaft schätzt, dass diese internationalen Auswirkungen gleich gross oder noch grösser sein werden als die direkten Auswirkungen des Klimawandels (INFRAS et al. 2007).

Die Thematik erfährt zunehmend Beachtung. Insbesondere für europäische Länder gehen Studien davon aus, dass die Auswirkungen des Klimawandels über internationale Wirkungsketten signifikantere Auswirkungen haben als nationale Auswirkungen (Climate Change Post 2017). Die europäische Umweltagentur widmet in ihrer aktuellen Beurteilung der Klimafolgen und Vulnerabilitäten in Europa ein Kapitel der Analyse der Vulnerabilitäten aufgrund des Klimawandels im Ausland (EEA 2017). Einige europäische Länder wie Deutschland, das Vereinigte Königreich oder die Niederlande haben bereits Arbeiten zu den internationalen Auswirkungen aufgenommen (siehe z.B. Challinor et al. 2016, Vonk 2015, UBA 2017). Zudem existieren Forschungsprojekte und Arbeiten zum Thema (siehe z.B. Benzie et al. 2016, Berry et al. 2017, Rüttinger et al. 2015). Generell ist das Thema europaweit und international jedoch noch wenig beleuchtet. Das Wissen darüber ist meist qualitativer Art und basiert auf einzelnen Fallbeispielen (EEA 2017).

## 1.2. Ziele des Forschungsprojektes und methodisches Vorgehen

Das Ziel des Forschungsprojektes ist es, die relevanten internationalen Wirkungsketten und Einflussbereiche, über welche der Klimawandel im Ausland Auswirkungen auf die Schweiz hat und künftig haben kann, zu identifizieren und zu analysieren. Folgende Fragen werden im Projekt bearbeitet:

- Über welche internationalen Wirkungsketten wirkt der Klimawandel auf die Schweiz?
- Wie relevant sind die internationalen Auswirkungen des Klimawandels für die Schweiz? Welches sind die relevantesten Wirkungsketten und Einflussbereiche?
- Welche möglichen Handlungsansätze und Stossrichtungen gibt es, um mit den Auswirkungen des Klimawandels im Ausland umzugehen?

Der Bericht ist als Auslegeordnung zu verstehen, der Übersicht über die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auf die Schweiz in verschiedenen Einflussbereichen schafft. Es wird bewusst ein thematisch breiter Ansatz gewählt. Nebst Einflussbereichen, die auf Import und Export von Gütern und Dienstleistungen fokussieren (Wirtschaftsleistung, Nahrungsmittelversorgung, Energieversorgung und Finanzdienstleistungen), werden auch Bereiche analysiert, bei denen es um Beziehungen zwischen Menschen geht (Sicherheit, Migration, Entwicklungszusammenarbeit). Die einzelnen Einflusskanäle und Wirkungsketten sind komplex und zumeist noch sehr schlecht untersucht. Der Bericht erhebt nicht den Anspruch, die einzelnen Einflussbereiche und Wirkungsketten im Detail zu analysieren und zu quantifizieren. Vielmehr möchte der Bericht eine Übersicht schaffen und wichtige Zusammenhänge und Wirkungsketten qualitativ erläutern.

Die Analyse basiert auf einem qualitativen Ansatz. Basis bildet eine Literaturanalyse zu den internationalen Auswirkungen des Klimawandels vor allem in europäischen Ländern. Ergänzend wurden für die einzelnen Einflussbereiche Interviews mit ausgewählten ExpertInnen von Bundesstellen sowie aus der Privatwirtschaft durchgeführt (siehe Annex). Diese dienen dazu, die einzelnen Einflussbereiche und einzelne Wirkungsketten zu konkretisieren und mit ausgewählten Beispielen zu illustrieren. Zwischenergebnisse wurden im Rahmen von Begleitgruppensitzungen mit VertreterInnen von Bundesämtern diskutiert und mit weiteren Erkenntnissen ergänzt. Diese wurden zudem anlässlich eines Workshops in einem breiteren Kreis von VertreterInnen verschiedener europäischer Länder sowie WissenschaftlerInnen präsentiert und diskutiert. Den Abschluss bildete eine Schlussveranstaltung mit VertreterInnen der Bundesämter und weiterer Akteure aus Wissenschaft und Privatwirtschaft, an dem die Ergebnisse validiert wurden.

### 1.3. Gliederung des Berichts

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 legt die wichtigsten konzeptionellen und klimatologischen Grundlagen für die Analyse der internationalen Auswirkungen des Klimawandels dar. Kapitel 3 zeigt auf, wie die Schweiz über Handelsbeziehungen, die Aussenpolitik und die Entwicklungszusammenarbeit mit anderen Ländern vernetzt ist. Denn internationale Auswirkungen des Klimawandels sind nur dort von Bedeutung, wo auch Verflechtungen und Beziehungen bestehen. In Kapitel 4 werden die wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen, Gesundheit und Infrastruktur im Ausland skizziert. Diese Bereiche sind besonders wichtig, um die Auswirkungen bis in die Schweiz besser zu verstehen. Kern der Studie bildet das Kapitel 5, in dem die internationalen Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz in verschiedenen Einflussbereichen analysiert werden. Weiter werden grobe Handlungsansätze skizziert, welche in den verschiedenen Einflussbereichen verfolgt werden können, um die internationalen Auswirkungen des Klimawandels stärker zu berücksichtigen. Abschliessend werden in Kapitel 6 Erkenntnisse über alle Einflussbereiche zusammengefasst und Schlüsse für weitere Arbeiten zur Analyse internationaler Auswirkungen des Klimawandels gezogen.

## 2. Grundlagen zu den internationalen Auswirkungen des Klimawandels

### 2.1. Begriffe, Konzepte und klimatische Grundlagen

Die vorliegende Studie basiert im Wesentlichen auf den wissenschaftlichen Grundlagen und Konzepten des IPCC. Die wichtigsten Begriffe, die in der Studie verwendet werden, werden hier erläutert. Ebenso werden die wichtigsten bereits beobachteten und erwarteten Änderungen des Klimasystems kurz zusammengefasst.

#### **Internationale Auswirkungen des Klimawandels**

Der Bericht fokussiert auf die internationalen Auswirkungen des Klimawandels. Darunter sind Auswirkungen des Klimawandels in anderen Weltregionen zu verstehen, welche über unterschiedliche Einflussbereiche und ihre Wirkungsketten auch Auswirkungen auf die Schweiz haben können. Diese internationalen Auswirkungen werden in der Anpassungsstrategie der Schweiz explizit nicht behandelt (BAFU 2012).

In der Literatur werden unterschiedliche Terminologien verwendet, um diese Auswirkungen des Klimas zu beschreiben. Beispielsweise verwendet Benzie et al. (2016) die Beschreibung «transnationale» Auswirkungen des Klimas. Der fünfte IPCC Sachstandbericht verwendet unter anderem die Beschreibung «indirekte und grenzüberschreitende Auswirkungen sowie Fernwirkung des Klimas» («indirect, trans-boundary and long-distance effects») (Benzie et al. 2016). In der vorliegenden Studie wird grundsätzlich von den internationalen Auswirkungen des Klimawandels gesprochen.

#### **Klimarisiken und -chancen**

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft können sowohl Risiken als auch Chancen darstellen. Das Risiko ist allerdings nicht nur eine Folge der externen *Gefährdungen* aufgrund der Klimaänderung, sondern resultiert aus einer Interaktion dieser klimabedingten Gefährdungen mit der Vulnerabilität und Exposition von Mensch und Umwelt (IPCC 2014b).

Unter *Exposition* wird das Vorhandensein von Menschen, Lebensgrundlagen, Infrastruktur und weiteren Werten an bedrohten Orten verstanden. So werden beispielsweise in Südeuropa die Schäden aufgrund von Überschwemmungen in küstennahen Regionen nicht nur klimabedingt zunehmen, sondern auch aufgrund der Zunahme von Personen und Sachanlagen in diesen Gebieten (Kovats et al. 2014). Unter *Vulnerabilität* wird die Empfänglichkeit für Schaden, Verlust und Leid und das Unvermögen, damit umzugehen oder sich anzupassen, verstanden. So

sind von der Subsistenzwirtschaft abhängige Personen besonders empfänglich für klimabedingte Schäden, beispielsweise aufgrund geringerer Niederschläge im Norden Afrikas (Niang et al. 2014), und leben oft in Ländern mit schwachen Regierungen und wenig Vorkehrungen zur Prävention und Bewältigung von Ernteaussfällen.

Sowohl Änderungen im Klimasystem als auch sozioökonomische Prozesse beeinflussen die Gefährdungen, Exposition und Vulnerabilität. Der Mensch kann das Risiko vermindern indem er einerseits Emissionsminderungen erzielt und andererseits geeignete Anpassungsmassnahmen ergreift (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2016).

Die Auswirkungen des Klimawandels können auch Chancen bieten (durch die Reduktion von Kosten oder Zunahme von Erträgen). Solche Chancen können sich ergeben, wenn beispielsweise aufgrund höherer Temperaturen im Winter der Heizbedarf reduziert werden kann, neue Transportrouten über die Arktis möglich werden, die Nachfrage nach bestimmten Gütern steigt oder sich bestimmte Ernteerträge in der Landwirtschaft erhöhen.

### **Klimaszenarien, globale Trends und Entwicklungen**

Als Grundlage für diese Studie werden vorhandene Daten und Informationen zum beobachteten und künftigen Klimaverlauf verwendet. Dabei stützt sich die Analyse vorwiegend auf den 5. IPCC Sachstandbericht. Wie in der Anpassungsstrategie des Bundes wird als Zeithorizont für Aussagen über künftige Änderungen das Jahr 2050 gewählt. Aufgrund der Unsicherheiten sowohl der Klimaszenarien als auch der sozioökonomischen Entwicklungen ist 2050 eher als Zeitraum, denn als präzises Vergleichsjahr zu verstehen.

Nicht nur das Klima ändert sich, sondern auch die Gesellschaft und Wirtschaft. Bevölkerungswachstum, Wirtschaftswachstum, Digitalisierung oder geopolitische Änderungen sind Beispiele von Trends und Entwicklungen, welche beeinflussen, wie sich der globale Klimawandel über die verschiedenen Einflussbereiche und Wirkungsketten auf die Schweiz auswirkt. In der Analyse wird grundsätzlich von der heutigen Situation ausgegangen, da Vorhersagen zu sozioökonomischen Entwicklungen bis 2050 schwierig sind.

Klimaszenarien und die Abschätzung künftiger klimabedingter Auswirkungen sind mit bedeutenden Unsicherheiten behaftet. Zum einen sind das Ausmass der klimatischen Veränderungen und die daraus resultierenden Gefahren und Effekte unsicher, zum anderen besteht eine grosse Unsicherheit bei den erwarteten Auswirkungen bis 2050. Zudem können auch die heutigen Risiken und Chancen aufgrund der verfügbaren Daten nicht genau abgeschätzt werden (INFRAS und Egli Engineering 2015). Die Risiken und Chancen der klimabedingten Auswirkungen werden im vorliegenden Bericht deshalb nur qualitativ beschrieben. Die Analyse stützt sich auch nicht auf ein bestimmtes Klimaszenario ab, sondern zeigt Risiken und Chancen auf,

die unabhängig vom gewählten Szenario eintreten könnten. Je nach Klimaszenario fallen die identifizierten Risiken und Chancen grösser oder kleiner aus.

Im Bericht werden sowohl bereits beobachtete als auch künftig auftretende Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt, da eine klare Trennung nicht im Fokus der vorliegenden Arbeiten stand. Bei den analysierten Auswirkungen werden folglich nicht nur die Veränderung gegenüber heute behandelt, sondern es werden auch bereits existierende klimabedingte Risiken eingeschlossen.

### **Auswirkungen des Klimawandels**

Die beobachteten und erwarteten Änderungen des Klimasystems sowie die Folgen auf verschiedene Sektoren sind in den Berichten des IPCC detailliert dokumentiert (siehe IPCC 2014a). Diese Studie zeigt die Änderungen deshalb nicht im Detail auf, sondern gibt nur die wichtigsten Änderungen in knapper Form wieder:

- **Temperaturanstieg:** Jede der letzten drei Dekaden war wärmer als die vorhergehende; Die Periode 1983-2012 war auf der nördlichen Hemisphäre wahrscheinlich<sup>1</sup> die wärmste Periode der letzten 1400 Jahre (IPCC 2014a). Die globale Erderwärmung von 1880 bis 2012 beträgt 0.85°C (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2016). Klimamodelle sagen für die Zukunft einen weiteren Anstieg der globalen Temperaturen voraus, unabhängig vom gewählten Szenario. Zwischen 2016-2035 ist eine Erwärmung zwischen 0.3°C und 0.7°C im Vergleich zu 1986-2005 wahrscheinlich. Werden keine griffigen Massnahmen zum Klimaschutz getroffen, wird der globale Temperaturanstieg gegen Ende des Jahrhunderts (2081-2100) im Vergleich zu 1986-2005 zwischen 2.6°C und 4.8°C betragen (IPCC 2014a).
- **Änderung der Niederschläge:** Der Niederschlag hat in den mittleren Breitengraden der nördlichen Halbkugel seit 1901 zugenommen, für andere Regionen können keine Aussagen gemacht werden). Die Änderungen des Niederschlags werden nicht überall gleich ausfallen. Beispielsweise werden die Niederschläge wahrscheinlich in vielen trockenen Regionen der Subtropen abnehmen und in feuchten Regionen in mittleren Breitengraden zunehmen (IPCC 2014a).
- **Anstieg des Meeresspiegels:** Der Meeresspiegel hat sich zwischen 1901 und 2010 um durchschnittlich 19 cm erhöht. Die Menge von Schnee und Eis hat sich reduziert, auch in der Arktis, Antarktis und Grönland. Für die Zukunft wird eine weitere Erwärmung der Ozeane erwartet, insbesondere in den Tropen und Subtropischen Regionen der nördlichen Hemisphäre. Das Eis in der Arktis wird sich weiter reduzieren, wobei unter einem hohen Emissionsszena-

---

<sup>1</sup> Gemäss IPCC-Sachstandsbericht entspricht dies einer 66-100% Wahrscheinlichkeit, dass der tatsächliche Sachverhalt dem angegebenen Sachverhalt entspricht.

rio eine praktisch eisfreie Arktis im Sommer vorhergesagt wird. Schliesslich wird der Meeresspiegel sehr wahrscheinlich schneller ansteigen als zwischen 1971 und 2010. Je nach Emissionsszenario werden Erhöhungen zwischen 26 und 55 cm oder gar zwischen 45 und 82 cm erwartet (IPCC 2014a).

- **Änderungen der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen<sup>2</sup>:** Bei vielen Extremereignissen konnten Änderungen seit 1950 beobachtet werden. So gab es etwa eine Zunahme der Hitzewellen in vielen Teilen von Europa, Asien und Australien. Es ist praktisch sicher, dass mit einer höheren globalen Temperatur in fast allen Regionen auch die Häufigkeit von heissen Temperaturextremen zunimmt und von kalten Temperaturextremen abnimmt. Hitzewellen werden sehr wahrscheinlich öfter vorkommen und länger dauern. In Zukunft werden in vielen Regionen Extremniederschläge öfter vorkommen und intensiver ausfallen. Nicht gesichert ist dagegen, ob es wegen des Klimawandels zu Veränderungen in Intensität und Häufigkeit tropischer Wirbelstürme kommen wird (IPCC 2014a).
- **Überschreiten von systemspezifischen Kipppunkten** wie beispielsweise eine Abschwächung des Golfstroms oder der Verlust grosser Eismassen wie dem Grönland-Eispanzer: Kippelemente sind Bestandteile des Erdsystems von überregionaler Größe, die ein Schwellenverhalten in Bezug auf das Hintergrundklima aufweisen. Das bedeutet, dass sie, sofern sie schon nahe an einem Schwellenwert operieren, bereits durch kleine externe Störungen in einen qualitativ neuen Zustand versetzt werden können (PIK 2017). Systemische Änderungen werden noch zu wenig verstanden, um diese in eine Analyse von Risiken und Chancen einzubeziehen (siehe auch Vonk 2015).

Diese klimatischen Veränderungen haben vielfältige Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme, die hier nicht weiter ausgeführt werden. Über alle Sektoren und Regionen hinweg identifiziert der IPCC folgende vier Schlüsselrisiken (IPCC 2014a):

- Risiko von schwerer **Gesundheitsgefährdung** und Zerstörung von Siedlungen aufgrund von Sturmfluten, Meeresspiegelanstieg und Überflutung von Küstenregionen; Inlandüberflutung von gewissen städtischen Gebieten; Perioden extremer Hitze; Infektionskrankheiten.
- Systemische Risiken aufgrund von Wetterextremereignissen, welche zu einem Zusammenbruch der Netzwerke und kritischer **Infrastruktur** führen können.
- Risiko von **Nahrungsmittel- und Wasserknappheit** sowie **Verlust der Lebensgrundlage** in ländlichen Gebieten, insbesondere für ärmere Bevölkerungsschichten.
- Risiko des **Verlusts von Biodiversität und Ökosystemen** sowie von Ökosystemleistungen.

---

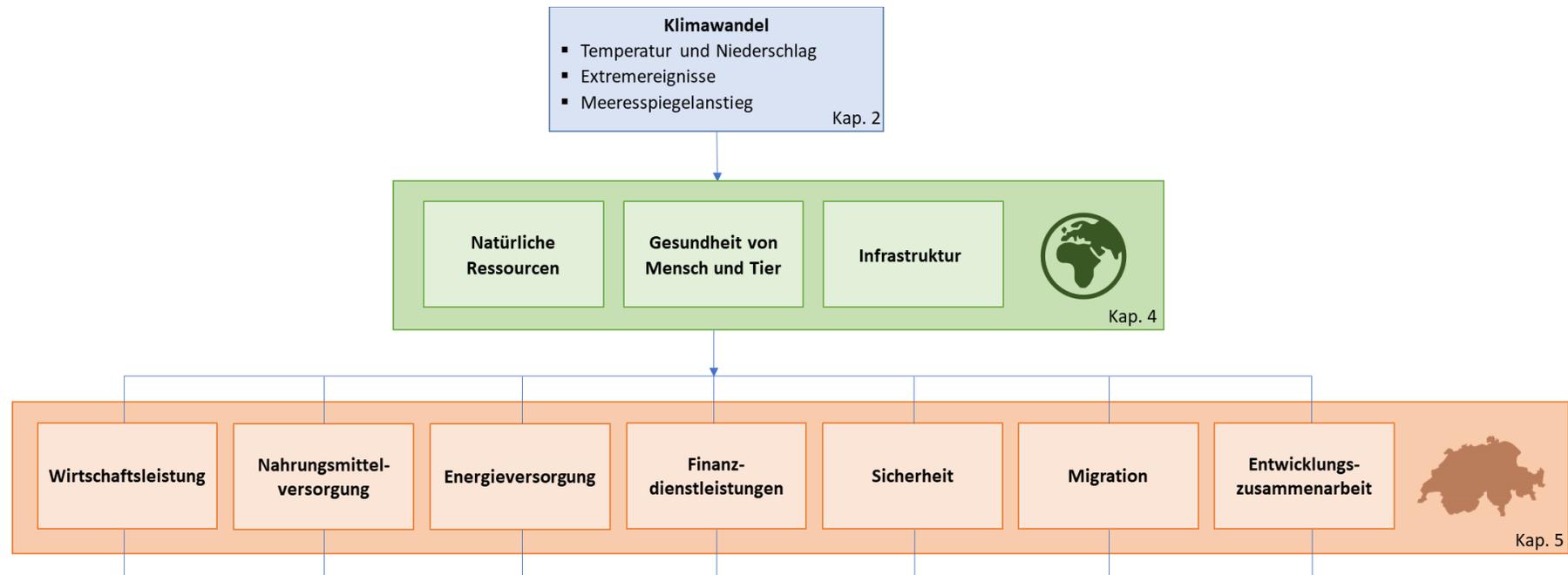
<sup>2</sup> Für die aufgrund des Klimawandels häufiger und intensiver auftretenden Extremereignisse wird in diesem Bericht jeweils die Bezeichnung «klimabedingte Extremereignisse» verwendet.

Diese Schlüsselrisiken sind insbesondere für die Analyse internationaler Auswirkungen des Klimawandels von Bedeutung und werden in der Folge systematisch berücksichtigt.

## 2.2. Gliederung der Einflussbereiche der internationalen Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz

Klimabedingte Auswirkungen im Ausland können über die verschiedensten Einflussbereiche Auswirkungen auf die Schweiz haben. In der vorliegenden Studie werden die Einflussbereiche und Wirkungsketten bis in die Schweiz gemäss Abbildung 1 strukturiert und analysiert.

Abbildung 1: Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz über verschiedene Einflussbereiche



Grafik INFRAS

Der Klimawandel wirkt sich im Ausland auf verschiedene Bereiche aus, die in Anlehnung an die genannten klimabedingten Schlüsselrisiken folgendermassen gegliedert werden:

1. Auswirkungen auf natürliche Ressourcen
2. Auswirkungen auf Gesundheit von Mensch und Tier
3. Auswirkungen auf die Infrastruktur

Mit dieser Differenzierung der Auswirkungen im Ausland wird die Grundlage geschaffen, um die Wirkungsketten in den diversen Einflussbereichen bis in die Schweiz besser zu verstehen.

Diese Auswirkungen im Ausland können über verschiedene Wirkungsketten indirekt Wirkungen bis in die Schweiz haben. Die Studie differenziert und analysiert dabei folgende Einflussbereiche:

- Wirtschaftsleistung
- Nahrungsmittelversorgung
- Energieversorgung
- Finanzinvestitionen und Versicherungen
- Migration
- Sicherheit
- Entwicklungszusammenarbeit

Jeder Einflussbereich besteht aus mehreren Wirkungsketten. Die Wirkungsketten beschreiben die verschiedenen kausalen Zusammenhänge zwischen den Auswirkungen des Klimawandels im Ausland und der sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Schweiz.

Zwischen diesen Einflussbereichen und Wirkungsketten bis in die Schweiz bestehen mannigfaltige Wechselwirkungen: So kann beispielsweise eine aufgrund des Klimawandels verstärkte Migration zu einem erhöhten Bedarf an Leistungen der Schweizer Entwicklungszusammenarbeit führen. Diese Zusammenhänge werden der Einfachheit halber in der Abbildung 1 nicht dargestellt, aber in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

### **Weshalb die Auswahl von Einflussbereichen?**

In anderen Studien (z.B. Benzie et al. 2016, Government Office for Science 2011, Vonk 2015, Challinor et al. 2016, pwc 2013) werden Einflussbereiche teilweise anders abgegrenzt. Dies ist primär auf eine unterschiedliche thematische Schwerpunktsetzung zurückzuführen. In der vorliegenden Studie werden beispielsweise die Finanzinvestitionen und Versicherungen separat von anderen Wirtschaftsleistungen aufgeführt. Der Einflussbereich Wirtschaftsleistungen fokussiert in dieser Studie auf den Import und Export von Rohmaterialien und Gütern, während zentrale Dienstleistungen bei den Finanzinvestitionen und Versicherungen abgedeckt werden.

Ähnlich wie in anderen Studien wurde die Nahrungsmittelversorgung als separaten Einflussbereich untersucht. Dies erlaubt den Fokus auf einen Bereich mit Gütern, welche unmittelbarer als andere Güter von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind. Zudem werden mit der Nahrungsmittelversorgung sowie mit der Energieversorgung Bereiche angeschnitten, welche eine kritische Infrastruktur der Schweiz darstellen. Im Bereich der Aussenpolitik haben einige Studien die Aussenpolitik als einen einzigen Einflussbereich definiert, während hier eine Unterscheidung zwischen Sicherheit und Entwicklungszusammenarbeit vorgenommen wird. Im Gegensatz zu anderen Studien wird Migration nicht als Teil der Entwicklungspolitik behandelt, um die verschiedenen Facetten besser abbilden zu können. Themen wie Gesundheit, Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) sowie Biodiversität oder Wasser werden im Gegensatz zu anderen Studien als vorgelagerte Bereiche thematisiert. Folglich werden nur die Auswirkungen des Klimawandels auf diese Bereiche im Ausland thematisiert, welche dann indirekt über andere Einflussbereiche auf die Schweiz wirken. Die Wirkungen auf Gesundheit, ICT sowie Biodiversität oder Wasser in der Schweiz werden dagegen nicht analysiert.

### 3. Die Vernetzung der Schweiz

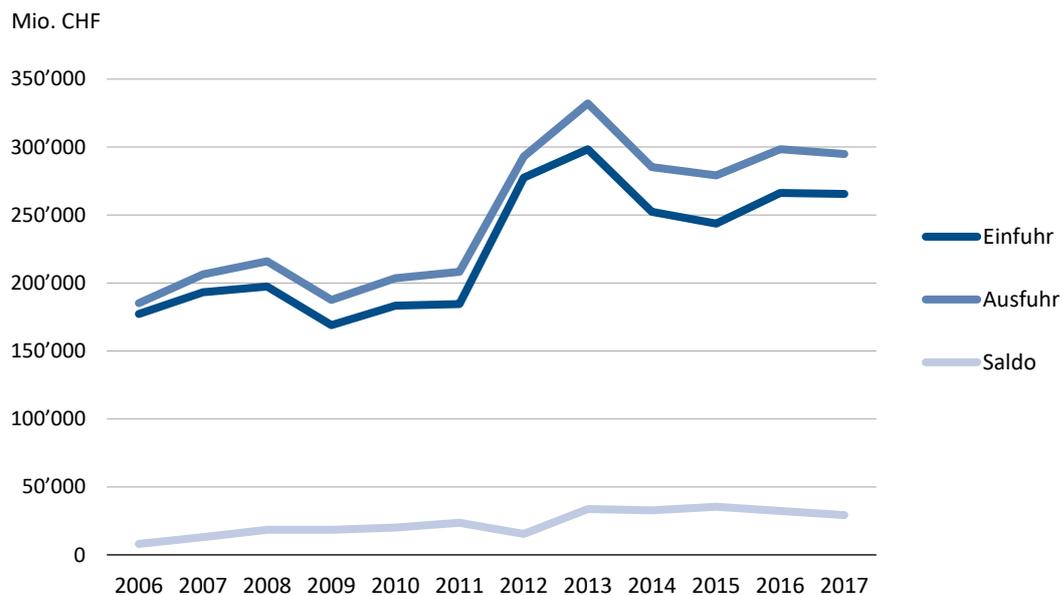
Die Schweiz ist international stark vernetzt. Sie steht mit verschiedensten Ländern der Welt und ihren Akteuren in Beziehung, sei es etwa aufgrund von Handelsbeziehungen, Direktinvestitionen, dem Tourismus, der Aussenpolitik, der Migration oder der Entwicklungszusammenarbeit. Diese Vernetzung bringt es mit sich, dass die Schweiz auch von Entwicklungen und Ereignissen im Ausland wie eben klimabedingten Änderungen indirekt betroffen ist.

Im Folgenden werden die Verflechtungen der Schweiz bezüglich der Handelsbeziehungen, der Aussenpolitik und der Entwicklungszusammenarbeit analysiert. Damit wird eine Basis geschaffen für die Analyse, wie stark die Schweiz über internationale Einflussbereiche vom weltweiten Klimawandel tangiert ist.

#### 3.1. Die Vernetzung der Schweiz aufgrund ihrer Handelsbeziehungen

Die Schweiz ist ein Land mit vitalen internationalen Handelsbeziehungen, einer ausgeprägten globalen Arbeitsteilung, stark verflochtenen industriellen Fertigungsprozessen sowie einer hohen Bedeutung von Importen und Exporten (EZV 2017). Der Aussenhandel der Schweiz ist in den letzten Jahrzehnten enorm gestiegen und weist seit einigen Jahren einen Exportüberschuss auf (BFS 2017) (siehe Abbildung 2):

**Abbildung 2: Aussenhandel der Schweiz 2006-2017**



Grafik INFRAS. Quelle: BFS 2017.

Die wertemässig wichtigsten Export- und Importgüter sind die Kategorien «Edelmetalle, Edel- und Schmucksteine», «Produkte der Chemisch-Pharmazeutischen Industrie» sowie «Maschinen, Apparate, Elektronik» (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Top 10 Import- und Exportwaren 2015**

Waren Import (Kategorie)	Import in Mio. CHF	Waren Export (Kategorie)	Export in Mio. CHF
Edelmetalle, Edel- und Schmucksteine	75'072	Produkte der Chemisch-Pharmazeutischen Industrie	84'685
Produkte der Chemisch-Pharmazeutischen Industrie	38'769	Edelmetalle, Edel- und Schmucksteine	74'481
Maschinen, Apparate, Elektronik	28'481	Maschinen, Apparate, Elektronik	31'056
Fahrzeuge	16'878	Uhren	21'535
Metalle	12'887	Präzisionsinstrumente, -apparate und -geräte	14'442
Nahrungs- und Genussmittel	9'846	Metalle	11'794
Bijouterie und Juwelierwaren	9'809	Bijouterie und Juwelierwaren	10'694
Textilien, Bekleidung, Schuhe	8'826	Nahrungs- und Genussmittel	8'125
Energieträger	8'448	Fahrzeuge	5'870
Präzisionsinstrumente, -apparate und -geräte	7'105	Kunststoffe	3'246

Tabelle INFRAS. Quelle: Eidgenössische Zollverwaltung (EZV) 2017

Die wichtigsten Import- und Exportländer der Schweiz befinden sich hauptsächlich in Europa, Nordamerika und Asien (siehe Tabelle 2). Auf der Importseite wurden zusätzlich weitere Länder berücksichtigt, welche für einige Importgüter besonders relevant sind: Indonesien (Textilien, Bekleidung, Schuhe); Malaysia (Maschinen, Apparate, Elektronik); Kolumbien, Ghana, Costa Rica, Peru, Ecuador (Nahrungsmittel); Nigeria und Libyen (Energieträger).

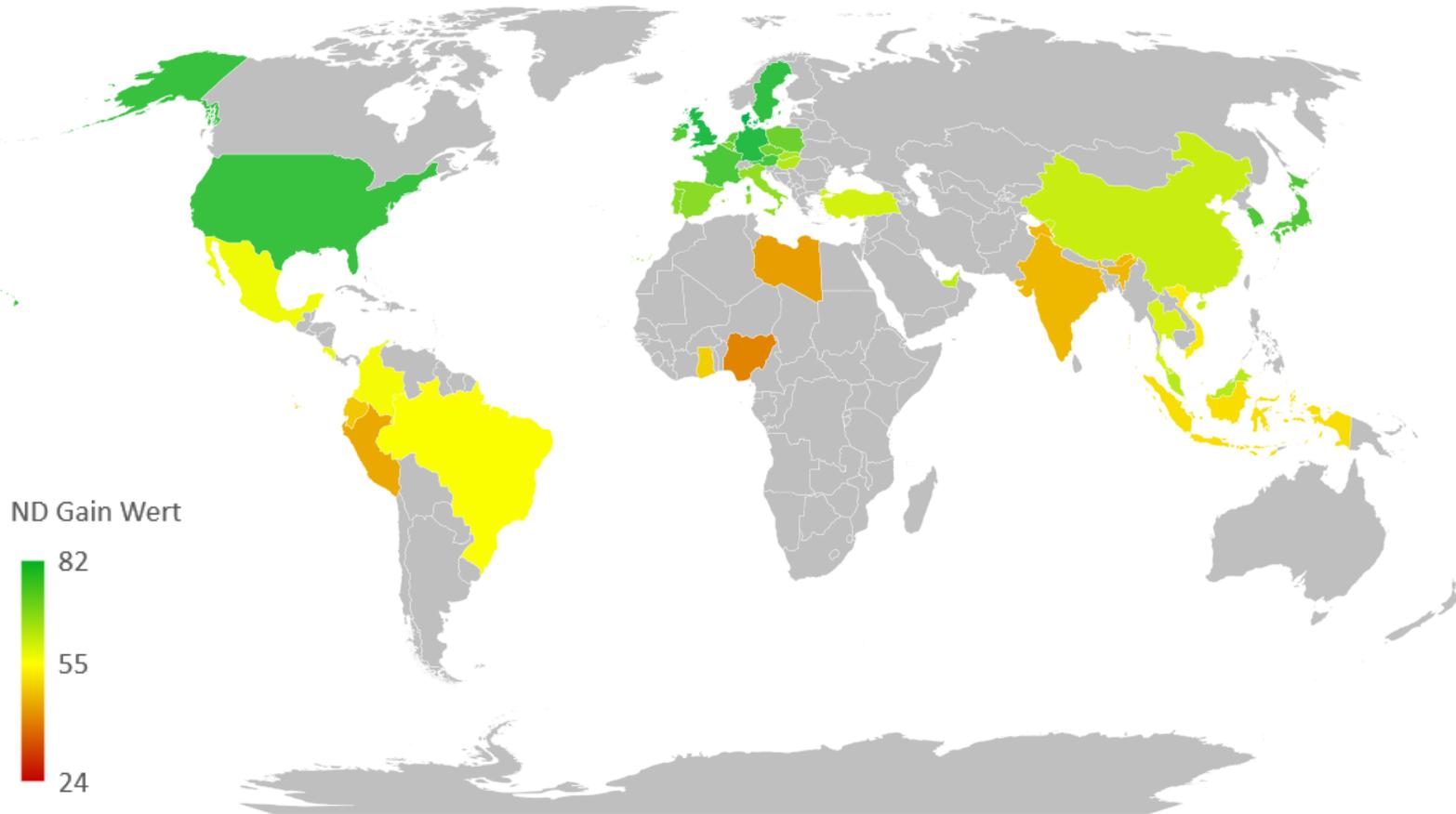
Tabelle 2: Die 30 wichtigsten Handelspartner der Schweiz 2015

Importländer	Import in Mio. CHF	Exportländer	Export in Mio. CHF
Deutschland	46'981	Deutschland	36'649
Italien	16'094	USA	27'440
Frankreich	13'319	Frankreich	13'895
China	12'346	Italien	12'812
USA	11'650	Ver. Königreich	11'682
Österreich	7'303	China	8'955
Irland	7'008	Japan	6'371
Ver. Königreich	6'554	Hongkong	5'740
Niederlande	4'954	Österreich	5'723
Spanien	4'347	Spanien	5'371
Japan	3'084	Belgien	5'231
Belgien	2'919	Niederlande	4'672
Tschechische R.	2'315	Singapur	3'492
Polen	1'720	Kanada	3'309
Singapur	1'619	Emirate, Arab.	3'016
Hongkong	1'366	Saudi-Arabien	2'758
Türkei	1'282	Südkorea	2'665
Indien	1'256	Australien	2'254
Schweden	1'121	Russland	2'167
Mexiko	1'096	Polen	2'097
Ungarn	1'060	Brasilien	2'049
Taiwan	983	Türkei	1'856
Vietnam	964	Indien	1'791
Thailand	931	Taiwan	1'715
Portugal	815	Tschechische R.	1'470
Slowakei	806	Schweden	1'460
Brasilien	776	Mexiko	1'445
Dänemark	734	Ungarn	1'077
Emirate, Arab.	725	Thailand	1'076
Südkorea	625	Irland	968

Tabelle INFRAS. Quelle: EZV 2016

Die Länder werden zunächst mit ihren ND-GAIN Werten auf einer Weltkarte dargestellt. Anschliessend werden die Handelsvolumina der ausgewählten Länder mit den ND-GAIN Werten verschnitten (siehe Abbildung 4 und Abbildung 6). Diese ermöglicht eine Aussage über die Kombination von Relevanz und Vulnerabilität.

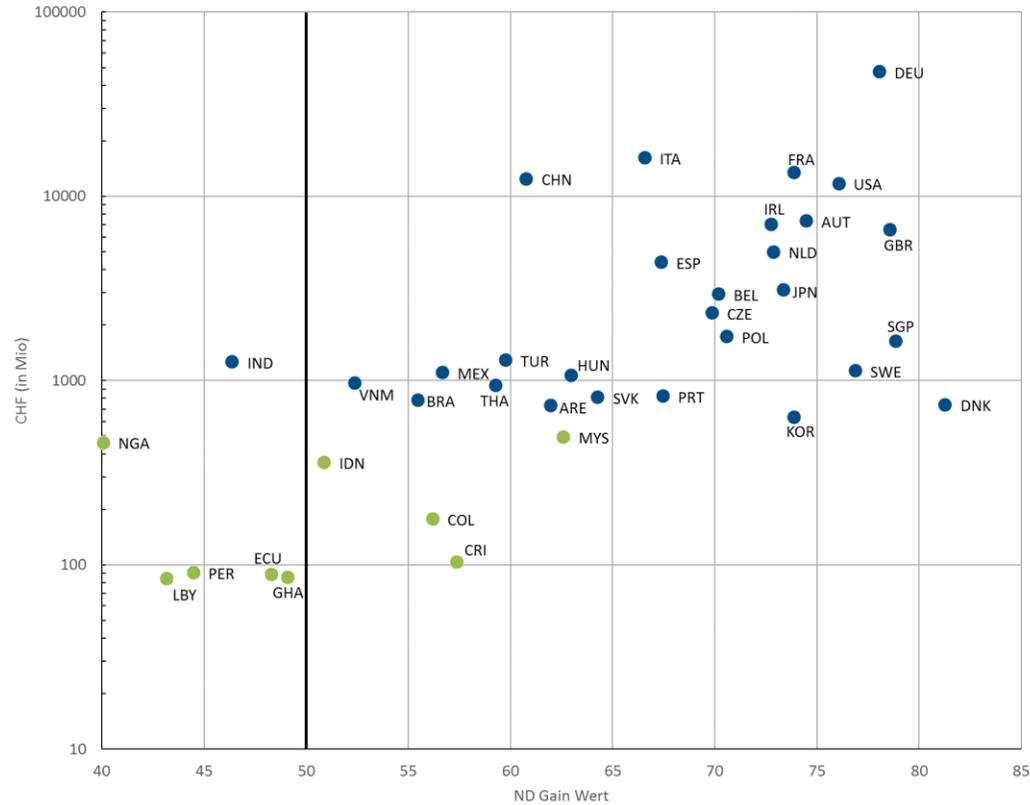
Abbildung 3: Vulnerabilität der wichtigsten Importländer der Schweiz



Legende: Auf der Karte sind die wichtigsten Importländer der Schweiz eingefärbt. Der ND-GAIN Index stellt die Vulnerabilität eines Landes gegenüber dem Klimawandel dar. Länder mit tiefen (roten) ND-GAIN Werten sind vulnerabler, Länder mit hohen (grünen) Werten sind weniger vulnerabel. Es gibt keine ND-GAIN Werte für die Handelspartner Hongkong und Taiwan. Die Karte stellt keine Aussage von INFRAS über die internationale Grenzziehung dar; INFRAS verlässt sich bei der Bereitstellung von Karten auf andere Organisationen.

Grafik INFRAS. Quelle: EZV 2016 und [index.gain.org](http://index.gain.org) [22.5.2017]. Karte: Bing

Abbildung 4: Relevanz und Vulnerabilität der wichtigsten Importländer (logarithmiert)



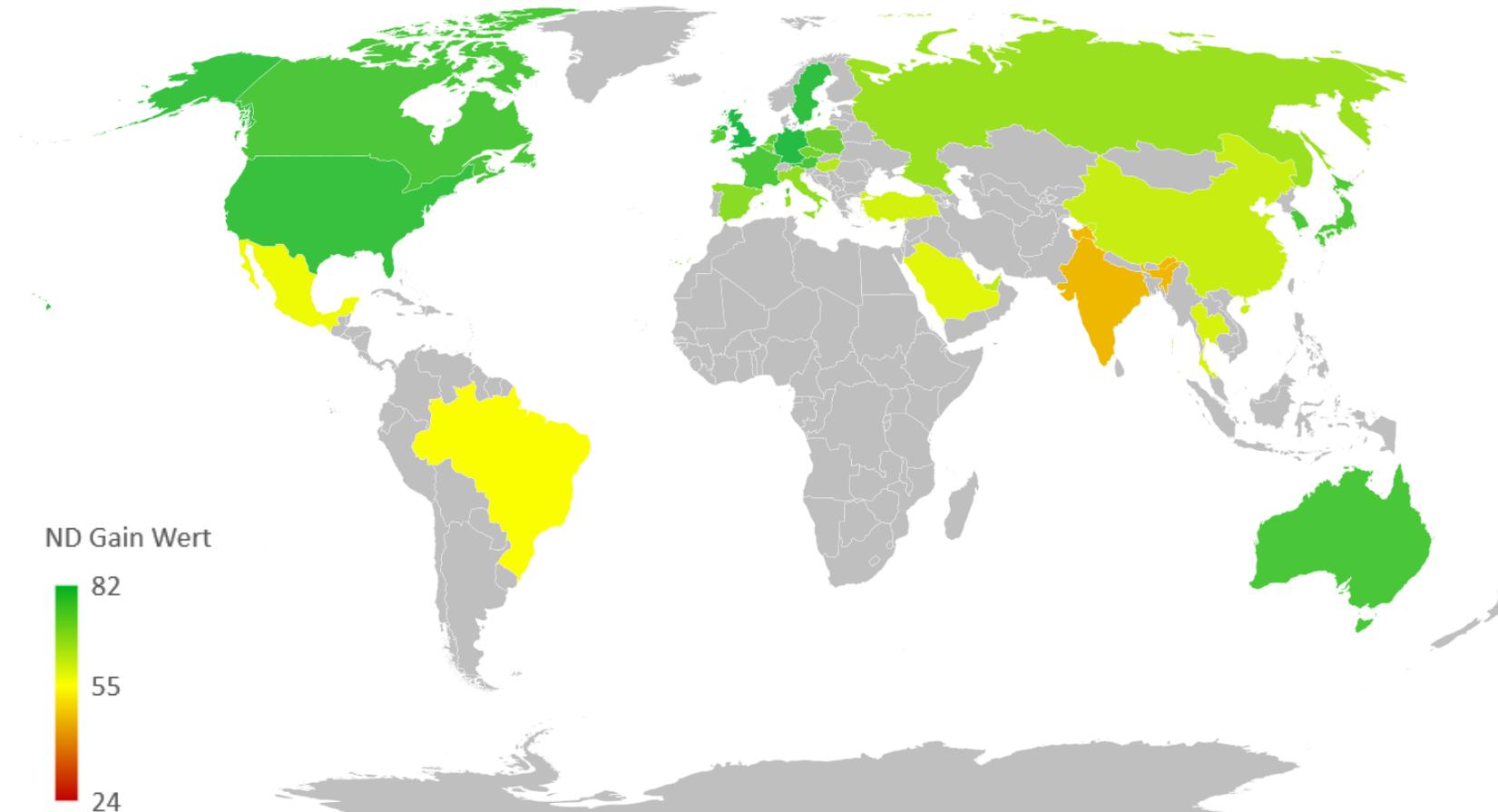
## Länderabkürzungen

ARE: Vereinigte Arabische Emirate	GBR: Vereinigtes Königreich	NLD: Die Niederlande
AUT: Österreich	<b>GHA: Ghana</b>	<b>PER: Peru</b>
BEL: Belgien	HUN: Ungarn	POL: Polen
BRA: Brasil	<b>IDN: Indonesien</b>	PRT: Portugal
CHN: China	IND: Indien	SGP: Singapur
COL: Kolumbien	IRL: Irland	SVK: Slowakei
<b>CRI: Costa Rica</b>	ITA: Italien	SWE: Schweden
CZE: Tschechien	JPN: Japan	THA: Thailand
DEU: Deutschland	KOR: Süd-Korea	TUR: Türkei
DNK: Danmark	<b>LBY: Libyen</b>	USA: Vereinigte Staaten von Amerika
<b>ECU: Ecuador</b>	MEX: Mexiko	VNM: Vietnam
ESP: Spanien	MYS: Malaysia	
FRA: Frankreich	<b>NGA: Nigeria</b>	

Legende: In der Abbildung sind die 30 wichtigsten Importländer der Schweiz dargestellt. Je weiter links ein Punkt steht, desto vulnerabler ist das Land gegenüber dem Klimawandel. Je höher oben ein Punkt steht, desto grösser ist das Importvolumen aus diesem Land in die Schweiz. Blaue Punkte repräsentieren die 30 Länder mit den grössten Importvolumen, die grünen Punkte repräsentieren Länder, welche für einige Importgüter besonders relevant sind. Aufgrund fehlender ND-GAIN Werte können Hongkong und Taiwan nicht dargestellt werden. ND Gain kann Werte zwischen 0 und 100 annehmen, der Mittelwert 50 ist hervorgehoben. Länder mit einem ND Gain Wert unter 50 sind in der Auflistung fett markiert.

Grafik INFRAS. Quelle: EZV 2016 und index-gain.org 2015

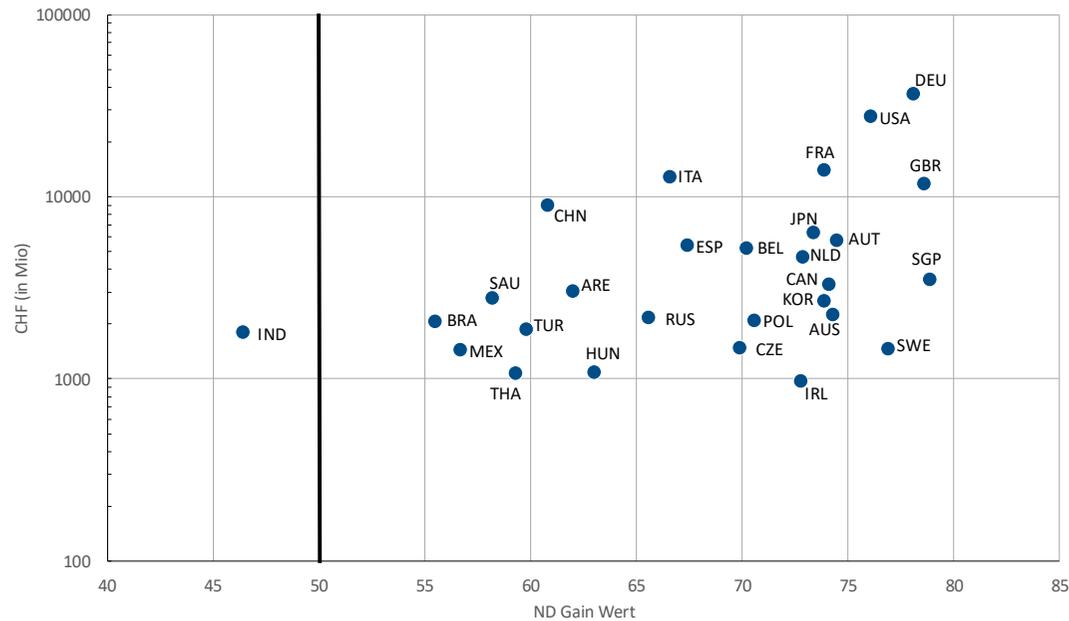
Abbildung 5: Vulnerabilität der wichtigsten Exportländer der Schweiz



Legende: Auf der Karte sind die wichtigsten Exportländer der Schweiz eingefärbt. Der ND-GAIN Index stellt die Vulnerabilität eines Landes gegenüber dem Klimawandel dar. Länder mit tiefen (roten) ND-GAIN Werten sind vulnerabler, Länder mit hohen (grünen) Werten sind weniger vulnerabel. Es gibt keine ND-GAIN Werte für die Handelspartner Hongkong und Taiwan. Die Karte stellt keine Aussage von INFRAS über die internationale Grenzziehung dar; INFRAS verlässt sich bei der Bereitstellung von Karten auf andere Organisationen.

Grafik INFRAS. Quelle: EZV 2016 und [index.gain.org](http://index.gain.org) [22.5.2017]. Karte: Bing

Abbildung 6: Relevanz und Vulnerabilität der wichtigsten Exportländer (logarithmiert)



## Länderabkürzungen

ARE: Vereinigte Arabische Emirate	FRA: Frankreich	POL: Polen
AUS: Australien	GBR: Vereinigtes Königreich	RUS: Russland
AUT: Österreich	HUN: Ungarn	SAU: Saudi-Arabien
BEL: Belgien	<b>IND: Indien</b>	SGP: Singapur
BRA: Brasil	IRL: Irland	SWE: Schweden
CAN: Kanada	ITA: Italien	THA: Thailand
CHN: China	JPN: Japan	TUR: Türkei
CZE: Tschechien	KOR: Süd-Korea	USA: Vereinigte Staaten von Amerika
DEU: Deutschland	MEX: Mexiko	
ESP: Spanien	NLD: Die Niederlande	

Legende: In der Abbildung sind die 30 wichtigsten Exportländer der Schweiz dargestellt. Je weiter links ein Punkt steht, desto vulnerabler ist das Land gegenüber dem Klimawandel. Je höher oben ein Punkt steht, desto grösser ist das Importvolumen aus diesem Land in die Schweiz. Aufgrund fehlender ND-GAIN Werte können Hongkong und Taiwan nicht dargestellt werden. ND Gain kann Werte zwischen 0 und 100 annehmen, der Mittelwert 50 ist hervorgehoben. Länder mit einem ND Gain Wert unter 50 sind in der Auflistung fett markiert.

Grafik INFRAS. Quelle: EZV 2016 und index-gain.org 2015

Die Analyse zeigt, dass tendenziell die Länder mit höheren Import- oder Exportvolumen wenig vulnerabel sind gegenüber dem Klimawandel. Allerdings zeigt sie auch, dass sich sowohl auf der Import- als auch auf der Exportseite vulnerable Länder mit tiefen ND-GAIN Werten unter den 30 Ländern mit den grössten Handelsvolumen befinden. Auf Importseite gelten vor allem **Indien** sowie die für bestimmte Importgüter besonders relevanten Länder **Nigeria, Libyen, Peru, Ecuador und Ghana** als vulnerable Länder mit einem ND-Gain Wert von unter 50. Auf Exportseite befindet sich ebenfalls Indien unter den 30 Ländern mit den höchsten Handelsvolumen.

### 3.2. Die Vernetzung der Schweiz über die Aussenpolitik

Für die Darstellung der aussenpolitischen Vernetzung wird auf die Aussenpolitische Strategie 2016-2019 sowie auf die aussenpolitischen Berichte des EDA abgestützt. Gemäss der Strategie fördert die Schweiz als ein sogenanntes Kernziel «enge Beziehungen zu den EU-/EFTA-Staaten, unter besonderer Berücksichtigung der Nachbarstaaten» (EDA 2016). Ein zweites Kernziel ist die Vertiefung des Beziehungsnetzes mit globalen Partnern, unter anderem mit den USA, Japan, BRICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika), Türkei sowie weiteren G-20-Ländern wie Mexiko, Südkorea, Indonesien, Australien (EDA 2016). Ein zweites Kernziel ist die Vertiefung des Beziehungsnetzes mit globalen Partnern, unter anderem mit den USA, Japan, BRICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika), Türkei sowie weiteren G20-Ländern wie Mexiko, Südkorea, Indonesien, Australien (EDA 2016). Der Fokus der Analyse richtete sich somit auf die EU-/EFTA- und G20-Staaten. Weiter wurden Länder aus dem Mittelmeerraum in die Analyse integriert, da diese aufgrund der geographischen Nähe relevant sind für die Schweiz. Diese Region gehört auch zum geografischen Schwerpunkt im Kontext des dritten Kernziels der Aussenpolitischen Strategie, im Bereich Frieden und Sicherheit (EDA 2016). Schliesslich wurden auch Länder aus dem zentralasiatischen Raum hinzugefügt, welche in der Stimmrechtgruppe der Schweiz in der Weltbank, dem internationalen Währungsfonds und dem Globalen Umweltfonds sind und in welchen die Schweiz sich beispielsweise im Bereich Wasser und Sicherheit engagiert (EDA 2017).

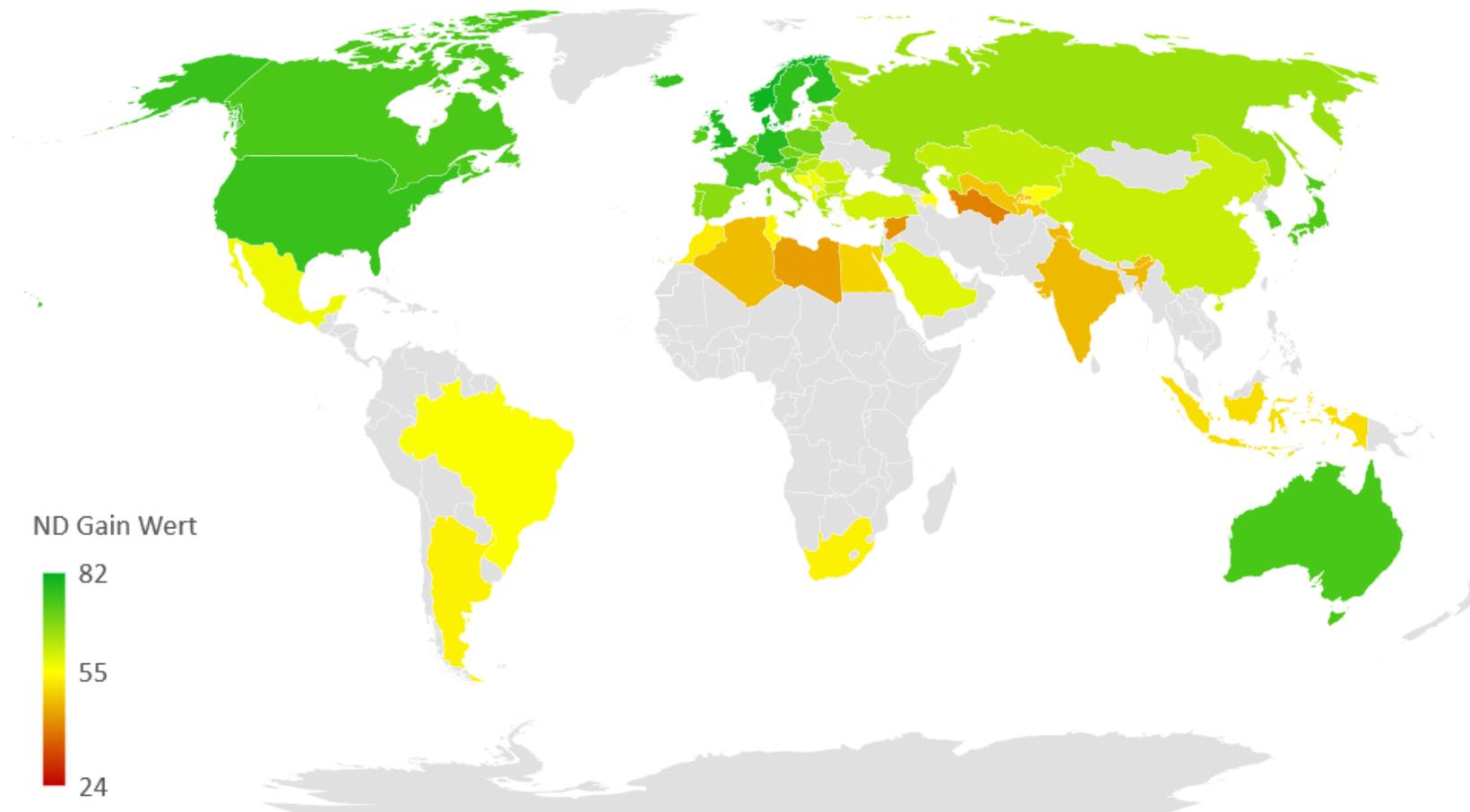
Tabelle 3 und Abbildung 7 zeigen die Vulnerabilität der Länder mit besonderer aussenpolitischer Verbindung zur Schweiz.

Tabelle 3: Vulnerabilität der Länder mit besonderer aussenpolitischer Verbindung zur Schweiz

Länder	ND-GAIN Wert	Länder (Fortsetzung)	ND-GAIN Wert
Dänemark	81.3	Ungarn	63
Norwegen	80.6	Bulgarien	62.1
Grossbritannien	78.6	Kroatien	61.9
Deutschland	78.1	Kasachstan	61.6
Finnland	77.8	China	60.8
Schweden	76.9	Rumänien	60.2
Island	76.6	Türkei	59.8
Vereinigte Staaten	76.1	Mazedonien	59.5
Österreich	74.5	Montenegro	59.1
Australien	74.3	Saudi-Arabien	58.2
Kanada	74.1	Albanien	56.9
Frankreich	73.9	Mexiko	56.7
Südkorea	73.9	Serbien	56.5
Japan	73.4	Bosnien-Herzegowina	55.6
Niederlanden	72.9	Brasilien	55.5
Irland	72.8	Kirgistan	54.7
Luxemburg	72.2	Aserbajdschan	54.6
Slowenien	71.3	Tunesien	53.8
Polen	70.6	Argentinien	53.3
Belgien	70.2	Südafrika	53.3
Tschechien	69.9	Marokko	52.6
Estland	68.5	Indonesien	50.9
Portugal	67.5	Ägypten	49.6
Spanien	67.4	Tadschikistan	48.2
Litauen	66.9	Usbekistan	48
Italien	66.6	Algerien	47
Zypern	65.7	Indien	46.6
Russland	65.6	Libyen	43.2
Israel	64.9	Syrien	41.7
Slowakei	64.3	Turkmenistan	39.8
Griechenland	63.7	Kosovo	<i>Nicht verfügbar</i>
Lettland	63.7	Libanon	<i>Nicht verfügbar</i>
Malta	63	Liechtenstein	<i>Nicht verfügbar</i>

Tabelle INFRAS. Quelle: EDA 2016 und index.gain.org [22.5.2017].

Abbildung 7: Vulnerabilität der Länder mit besonderer aussenpolitischer Verbindung zur Schweiz



Legende Auf der Karte sind die Länder dargestellt, mit denen die Schweiz aufgrund der Aussenpolitik in besonderer Verbindung steht. Der ND-GAIN Index stellt die Vulnerabilität eines Landes gegenüber dem Klimawandel dar. Länder mit tiefen (roten) ND-GAIN Werten sind vulnerabler, Länder mit hohen (grünen) Werten sind weniger vulnerabel. Aufgrund fehlender ND-GAIN Werte konnten die drei Staaten Liechtenstein, Libanon sowie Kosovo nicht visualisiert werden. Die Karte stellt keine Aussage von INFRAS über die internationale Grenzziehung dar; INFRAS verlässt sich bei der Bereitstellung von Karten auf andere Organisationen.

Grafik INFRAS. Quelle: EDA 2016 und [index.gain.org](http://index.gain.org) [22.5.2017]. Karte: Bing

Die Schweiz steht aufgrund ihrer aussenpolitischen Beziehungen mit Ländern in Verbindung, welche gegenüber dem globalen Klimawandel vulnerabel sind. Im Mittelmeerraum befinden sich gleich mehrere vulnerable Länder, insbesondere in **Nordafrika**. Von den **zentralasiatischen Ländern** sind vor allem Turkmenistan und Usbekistan vulnerabel gegenüber dem Klimawandel. Und schliesslich befinden sich auch unter den G20-Staaten vulnerable Länder, insbesondere **Indien**.

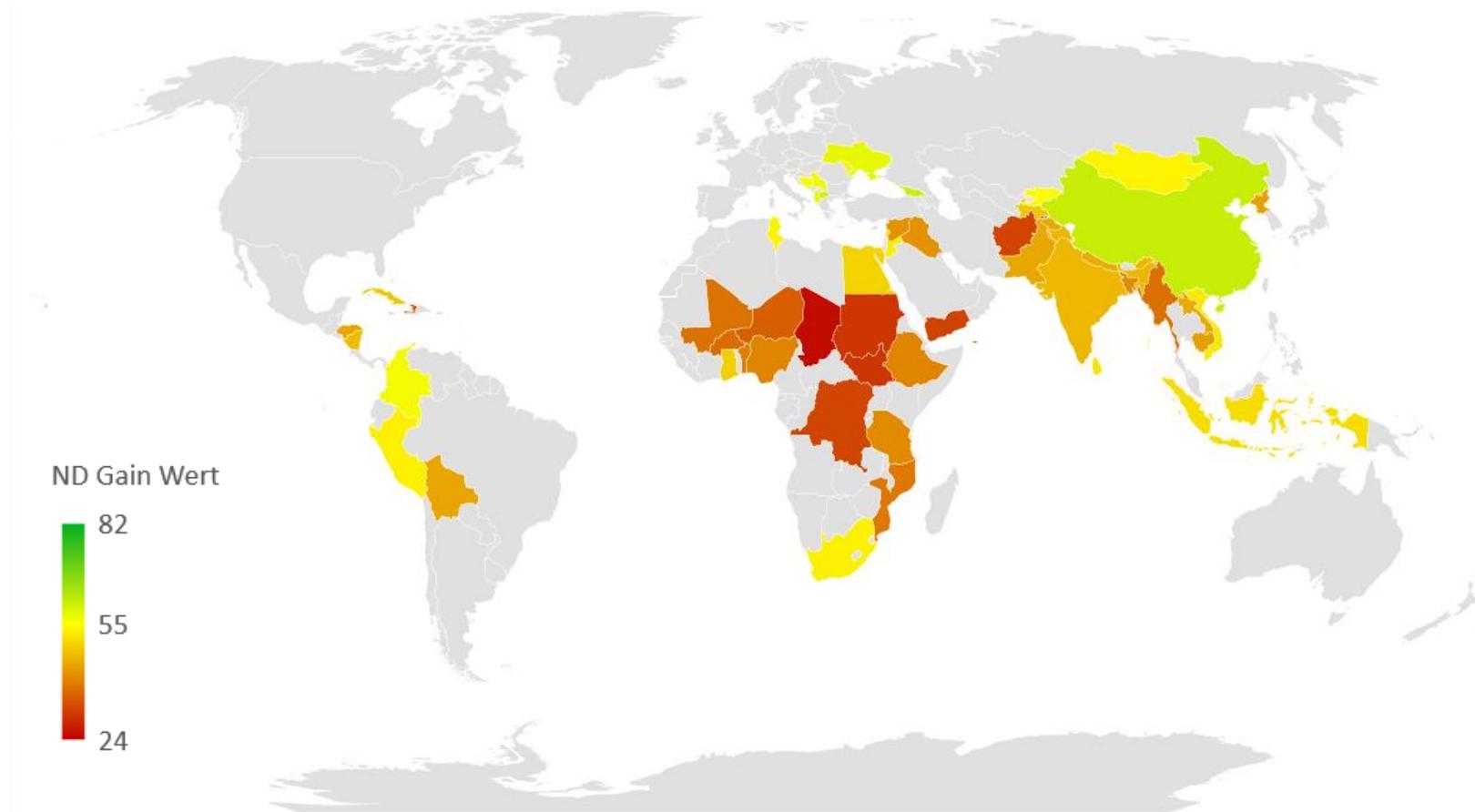
### 3.3. Die Vernetzung der Schweiz über die Entwicklungszusammenarbeit

Die Schweiz ist über die Entwicklungszusammenarbeit in verschiedenen Ländern der Welt engagiert. Grundsätzlich besteht mit diesen Ländern eine langfristige Zusammenarbeit, um die Wirksamkeit und Effizienz in der Bekämpfung der Armut zu erhöhen und nachhaltige Entwicklung zu fördern. Erzielte Erfolge können durch die Auswirkungen des Klimawandels gefährdet werden.

Die Auswahl basiert auf dem Jahresbericht «Internationale Zusammenarbeit der Schweiz» von 2016 (DEZA und SECO 2017). Die Länder werden zunächst mit ihren ND-GAIN Werten auf einer Weltkarte dargestellt. Anschliessend werden die NG-DAIN Werte der Länder mit den Beträgen der öffentlichen Entwicklungshilfe (ODA) verschnitten (siehe Abbildung 9). Dies ermöglicht eine Aussage über die Kombination von Vulnerabilität und dem Engagement der Schweiz.

Die Analyse zeigt, dass eine klare Mehrheit der Länder der bilateralen Schweizer Entwicklungszusammenarbeit vulnerabel ist. Dieses Ergebnis ist wenig erstaunlich, da sich die Entwicklungszusammenarbeit auf Länder fokussiert, welche Unterstützung benötigen, auch im Bereich von Anpassungsmassnahmen.

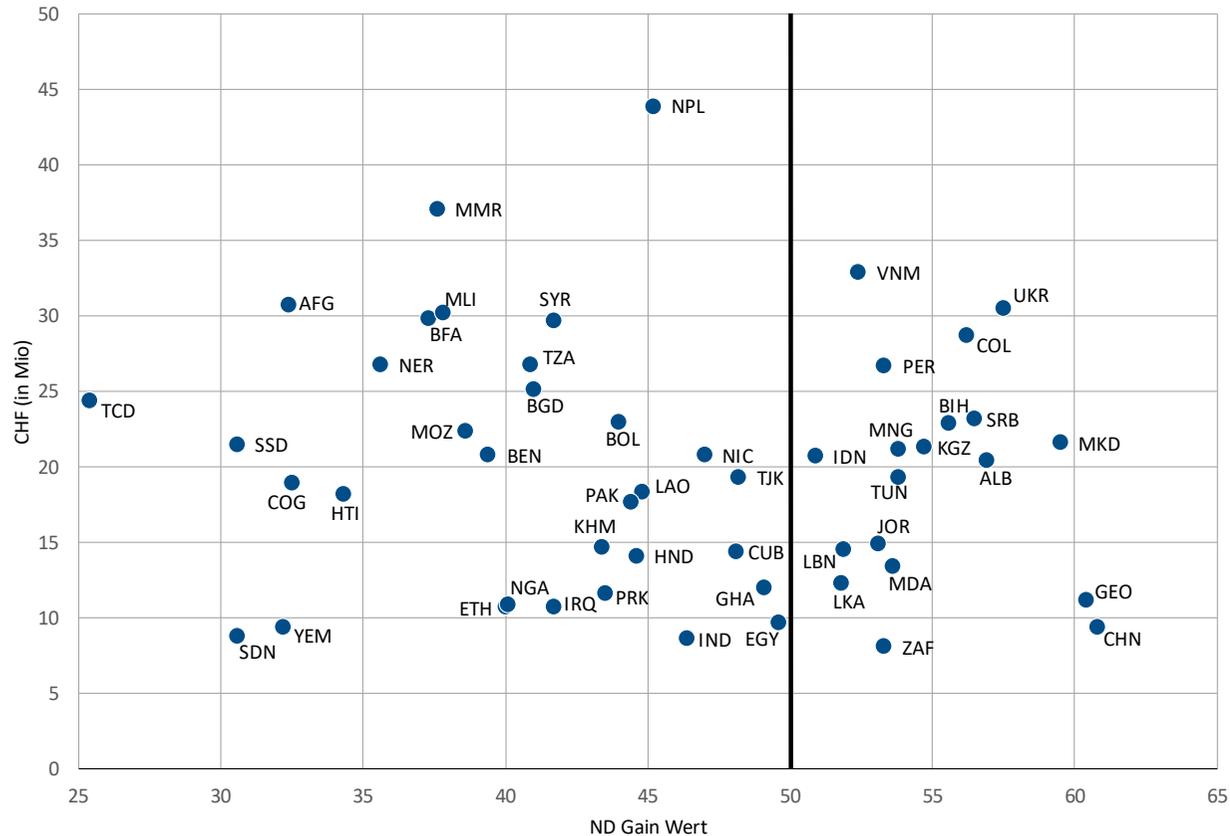
Abbildung 8: Vulnerabilität der Länder der bilateralen Schweizer Entwicklungszusammenarbeit



Legende: Auf der Karte sind Länder der bilateralen Schweizer Entwicklungszusammenarbeit dargestellt. Länder mit tiefen (roten) ND-GAIN Werten sind vulnerabler, Länder mit hohen (grünen) Werten sind weniger vulnerabel. Aufgrund fehlender ND-GAIN Werte konnten die besetzten Palästinensischen Gebiete, Kosovo und Somalia nicht dargestellt werden. Die Karte stellt keine Aussage von INFRAS über die internationale Grenzziehung dar; INFRAS verlässt sich bei der Bereitstellung von Karten auf andere Organisationen.

Grafik INFRAS. Quelle: DEZA und SECO 2016 sowie [index.gain.org](http://index.gain.org) [22.5.2017]. Karte: Bing

Abbildung 9: Vulnerabilität der Länder der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit und Schweizer Engagement



## Länderabkürzungen

<b>AFG:</b> Afghanistan	<b>YEM:</b> Jemen	<b>NER:</b> Niger
<b>EGY:</b> Ägypten	JOR: Jordanien	<b>NGA:</b> Nigeria
ALB: Albanien	<b>KHM:</b> Kambodscha	<b>PRK:</b> Nordkorea
<b>ETH:</b> Äthiopien	KGZ: Kirgisistan	<b>PAK:</b> Pakistan
<b>BGD:</b> Bangladesch	COL: Kolumbien	PER: Peru
<b>BEN:</b> Benin	<b>COG:</b> Kongo (D.R.)	SRB: Serbien
<b>BOL:</b> Bolivien	<b>CUB:</b> Kuba	LKA: Sri Lanka
BIH: Bosnien und Herzegowina	<b>LAO:</b> Laos	ZAF: Südafrika
<b>BFA:</b> Burkina Faso	LBN: Libanon	<b>SDN:</b> Sudan
CHN: China	<b>MLI:</b> Mali	<b>SSD:</b> Südsudan
GEO: Georgien	MKD: Mazedonien	<b>SYR:</b> Syrien
<b>GHA:</b> Ghana	MDA: Moldova	<b>TJK:</b> Tadschikistan
<b>HTI:</b> Haiti	MNG: Mongolei	<b>TZA:</b> Tansania
<b>HND:</b> Honduras	<b>MOZ:</b> Mosambik	<b>TCD:</b> Tschad
<b>IND:</b> Indien	<b>MMR:</b> Myanmar	TUN: Tunesien
IDN: Indonesien	<b>NPL:</b> Nepal	UKR: Ukraine
<b>IRQ:</b> Irak	<b>NIC:</b> Nicaragua	VNM: Vietnam

Legende: In der Abbildung sind Länder der bilateralen Schweizer Entwicklungszusammenarbeit dargestellt. Je weiter links ein Punkt steht, desto vulnerabler ist das Land gegenüber dem Klimawandel, je höher oben ein Punkt steht, desto höher ist der Betrag der öffentlichen Entwicklungshilfe der Schweiz (ODA). Es fehlen ND-Gain Werte für die besetzten Palästinensischen Gebiete, Kosovo und Somalia. ND Gain kann Werte zwischen 0 und 100 annehmen, der Mittelwert 50 ist hervorgehoben. Länder mit einem ND Gain Wert unter 50 sind in der Auflistung fett markiert.

Grafik INFRAS. Quelle: DEZA und SECO 2016 sowie index-gain.org [22.5.2017]

## 4. Auswirkungen des Klimawandels im Ausland

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen, Gesundheit von Mensch und Tier sowie Infrastruktur im Ausland. Diese drei Bereiche entsprechen den vom IPCC über alle Sektoren und Regionen hinweg identifizierten Schlüsselrisiken. Diese sind als vorgelagerte Risiken im Ausland für die Schweiz besonders relevant, weil sie über verschiedene Einflussbereiche und ihre Wirkungsketten Konsequenzen für die Schweiz haben, welche in Kapitel 5 beschrieben werden.

Der Klimawandel wirkt sich im Ausland auf verschiedene Bereiche aus, die in Anlehnung an die genannten klimabedingten Schlüsselrisiken folgendermassen gegliedert werden:

4. Auswirkungen auf natürliche Ressourcen
5. Auswirkungen auf Gesundheit von Mensch und Tier
6. Auswirkungen auf die Infrastruktur

Mit dieser Differenzierung der Auswirkungen im Ausland wird die Grundlage geschaffen, um die Wirkungsketten in den diversen Einflussbereichen bis in die Schweiz besser zu verstehen.

**Tabelle 4: Übersicht zu den Bereichen mit relevanten Auswirkungen des Klimawandels**

<b>Natürliche Ressourcen</b>
Wasser
Bodenqualität
Biodiversität
Landwirtschaftlich nutzbare Fläche
<b>Gesundheit von Mensch und Tier</b>
Direkte Effekte (Primärrisiken)
Indirekte Effekte über Änderung der Ökosysteme (Sekundärrisiken)
Störung von gesellschaftlichen und ökonomischen Systemen (Tertiärrisiken)
<b>Infrastruktur</b>
Infrastrukturanlagen
Netzwerkinfrastruktur

Tabelle INFRAS.

### 4.1. Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen

Die Änderungen des Klimas haben direkte Auswirkungen auf Wasser, Bodenqualität, Biodiversität und die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen, welche im Folgenden skizziert werden.

## **Wasser**

Klimamodelle prognostizieren zum einen eine Abnahme der Wasserressourcen in vielen Regionen mittlerer Breitengrade und in trockenen subtropischen Regionen sowie eine Zunahme in hohen Breitengraden und feuchten Regionen der mittleren Breitengrade. Intensive Niederschläge nehmen in der Regel zu. Dazu kommt eine Ausdehnung der Subtropen polwärts (Jiménez Cisneros et al. 2014). In gegenwärtig bereits trockenen Regionen wird unter einem hohen Emissionsszenario die Häufigkeit von Dürren zum Ende dieses Jahrhunderts steigen. Dies betrifft vor allem die Subtropen und die polwärts daran angrenzenden Regionen, wie beispielsweise den mediterranen Raum. Die Konsequenzen dieses Wassermangels für die Höhe des Grundwasserspiegels sind noch unklar.

Es wird erwartet, dass der Klimawandel die Qualität von Rohwasser verringert. Dies beruht auf miteinander wechselwirkenden Faktoren: steigende Temperatur, erhöhte Sediment-, Nährstoff- und Schadstofffrachten durch Starkregenfälle, wachsende Schadstoffkonzentrationen während Dürrezeiten; Betriebsstörungen von Aufbereitungsanlagen während Überschwemmungen. Die Wasserqualität kann auch durch den steigenden Meeresspiegel und die Versalzung des Grundwassers beeinflusst werden. Allerdings ist der Einfluss auf die Wasserqualität aufgrund der übermäßigen Grundwasserentnahme in Küstengebieten und die daraus resultierende zunehmende Versalzung der Wasserleiter grösser (Wong et al. 2014).

Insbesondere in Afrika entsteht ein zunehmender multifaktorieller Stress für Wasserressourcen, die gegenwärtig bereits einer starken Belastung durch Überbeanspruchung und Abbau und zukünftig einer steigenden Nachfrage ausgesetzt sind. Dabei verschärft sich der Trockenstress in Regionen Afrikas, die bereits heute zu Dürre neigen, weiter (Jiménez Cisneros et al. 2014). Der multifaktorielle Stress für Wasserressourcen existiert auch in anderen ariden Regionen der Welt (Field et al 2014).

## **Bodenqualität**

Die Bodenqualität ist durch verschiedene Vorgänge vom Klimawandel betroffen: Durch direkte klimatische Veränderungen, Veränderungen der Vegetation (Artenverschiebungen, Krankheiten, Waldbrände u.ä.), Veränderungen in der Artenzusammensetzung im Boden oder veränderte Ein- und Austräge von Nährstoffen. Die Veränderungen sind regional sehr unterschiedlich und hängen von vielen Faktoren ab wie Klimazone, Vegetation, Bodenart und Bewirtschaftung. Es ist wahrscheinlich, dass Bodenerosion aufgrund intensiverer und häufigerer Starkniederschläge in vielen Gebieten zunehmen wird, insbesondere in semiariden Gebieten wie etwa im Mittelmeergebiet. Gegen Ende dieses Jahrhunderts werden die Auswirkungen des Klimawan-

dels auf die Bodenerosion möglicherweise doppelt so gross sein wie die Auswirkungen der Bewirtschaftung (Jiménez Cisneros et al. 2014). In Küstengebieten wird die Bodenqualität auch durch die zunehmende Häufigkeit von Überflutung mit Meerwasser betroffen. Die daraus entstehende Versalzung der Böden hat negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft in Küstengebieten, wie z.B. auf den Reisanbau in niedrig gelegenen Deltagebieten Asiens (Wong et al. 2014).

### **Biodiversität**

Bei der Biodiversität stehen vor allem Habitatsveränderungen im Vordergrund. Das können Verschiebungen in der Habitatsverteilung sein, denen die Arten nicht folgen können, Verschiebungen der Artenverteilung, welche sie aus ihrem bevorzugten Habitat treibt, oder Veränderungen der Habitatqualität sein. Letzteres könnte gemäss Modellierungen für viele Arten bereits in den nächsten paar Jahrzehnten der Fall sein. Langfristig könnten einige Habitattypen vollständig verschwinden (Settele et al. 2014). Artengruppen mit langsameren Verschiebungsraten sind von sich aus wahrscheinlich nicht fähig, den Veränderungen aufgrund des Klimawandels zu folgen.

Der Verlust von Biodiversität betrifft sowohl terrestrische Ökosystem als auch die Ozeane. Die Ozeanversauerung beeinflusst wichtige Ökosystemdienstleistungen, verringert die Biodiversität und verschiebt die Habitatsverteilung (Field et al. 2014). Bei Ökosystemen in Küstennähe wird die Küstenerosion die Biodiversität zusätzlich negativ beeinflussen (Wong et al. 2014). Hinzu kommen Veränderungen im Nährstoffgehalt aufgrund neuer Niederschlagsregimes, welche eine Änderung der Habitatsverteilung auslösen können (Jiménez Cisneros et al. 2014).

Wald beherbergt 80% der terrestrischen Biodiversität und ist deshalb sehr wichtig (WWF 2018). Ein wichtiges Risiko für den Wald bilden Waldbrände, welche in vielen Teilen der Welt entscheidend sind für die (natürliche) Dynamik des Waldes. Vor allem bei hohen Emissionszenarien muss mit einer substanziellen Zunahme von Waldbränden gerechnet werden, was die Bäume schwächt und Krankheitsausbrüche und Schädlingsbefälle verstärkt. Weitere erwartete Auswirkungen sind die nordwärtige Ausbreitung der borealen Nadelwälder und die Veränderung der Artenzusammensetzung in den mittleren Breiten. Bei den Auswirkungen auf die tropischen Wälder bestehen grössere Unsicherheiten, unter anderem aufgrund von Unsicherheiten bei der Entwicklung der Niederschläge (Settele et al. 2014). Schliesslich kann eine erhöhte Temperatur zu einem beschleunigten Wachstum der Bäume führen, was bei einem angepassten Waldmanagement zu positiven Resultaten führen kann (Arent et al. 2014).

### Landwirtschaftlich nutzbare Fläche

Die genannten Auswirkungen des Klimawandels auf Wasser, Bodenqualität und Biodiversität wirken sich auch auf die landwirtschaftlich nutzbare Fläche aus. Weitere wichtige Faktoren für Pflanzenentwicklung und Ernteerträge sind der Einfluss der Temperaturerhöhung sowie der erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration.

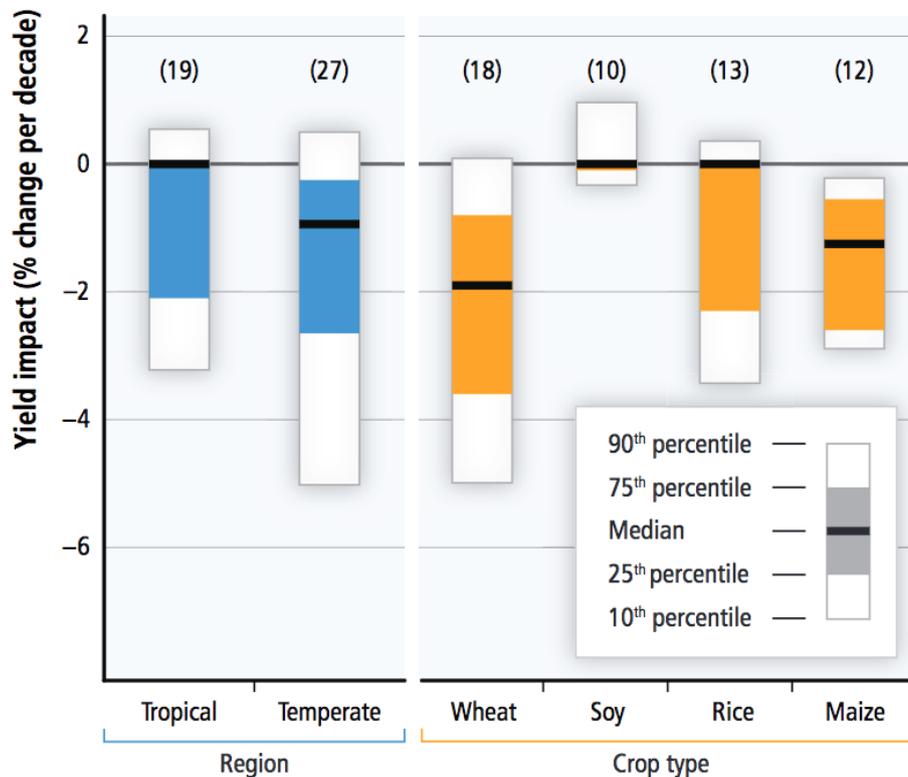
Der **Einfluss der Temperatur** auf die Pflanzenentwicklung ist relativ gut bekannt. Regionale statistische Analysen und prozessbasierte Modelle zeigen klar negative Auswirkungen oberhalb von 30 bis 34°C. Die temperaturbedingten Auswirkungen sind allerdings stark arten- und regionenspezifisch, da sie von weiteren Faktoren wie Sonneneinstrahlung oder Wasserstress abhängen. So beginnen etwa die Ernteerträge von Mais und Weizen in den Tropen bei einer Erwärmung von 1 bis 2°C zu sinken, während beim Mais in gemässigten Klimazonen und beim tropischen Reisanbau erst bei einer Erwärmung von 3 bis 5°C deutliche Einbussen zu erwarten sind (Porter et al. 2014).

Der Effekt der **erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration** auf die Pflanzenphysiologie ist unsicher. Viele Feldfrüchte (u.a. Sojabohnen) reagieren wahrscheinlich mit einer erhöhten Produktion aufgrund grösserer Wachstumsraten und effizienterer Wassernutzung, sofern es keine anderen limitierenden Faktoren gibt. Hingegen könnte die Nahrungsqualität sinken aufgrund höheren Zuckergehalts in Getreiden und Früchten und abnehmenden Eiweissgehalts in Getreiden und Gemüsen. Beispielsweise deuten die meisten Studien für den Südosten von Südamerika darauf hin, dass die Ernten bei Sojabohnen klimabedingt eher zurückgehen, dieser Rückgang jedoch durch die erwartete positive Wirkung der erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration mehr als kompensiert wird. Die Unsicherheiten in den Projektionen sind jedoch sehr hoch (Magrin et al. 2014).

Zahlreiche Studien zeigen für alle Nutzpflanzen eine **Abnahme von Ernteerträgen** bei einer lokalen Erwärmung um mehr als 3°C ohne Anpassungsmassnahmen, auch im Falle von positiven Wirkungen von höheren CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Niederschlag. Die Daten zeigen, dass weltweit über alle Nutzpflanzen hinweg die durchschnittlichen Auswirkungen des Klimawandels ab den 2030er Jahren wahrscheinlich negativ werden und die Einbussen Ende des Jahrhunderts wahrscheinlich grösser als 5% sein werden (Porter et al. 2014). Dies ist ein nicht zu vernachlässigender Betrag verglichen mit der notwendigen Steigerung des Ertrags um 14% pro Dekade, um den steigenden Bedarf abdecken zu können (Porter et al. 2014).

Bereits heute lässt sich der Einfluss der Klimaänderung auf die Ernteerträge abschätzen. Abbildung 10 zeigt, dass mit Ausnahme der Sojabohne in den letzten fünfzig Jahren eine negative Auswirkung des Klimawandels auf die Getreidesorten beobachtet wurde.

Abbildung 10: Geschätzter Einfluss von Klimaänderungen auf den Ernteertrag zwischen 1960 und 2013.



Legende: Die Grafik zeigt den Einfluss von Klimaänderungen auf den Ernteertrag der vier wichtigsten Getreidesorten (Weizen, Sojabohne, Reis und Mais) zwischen 1960 und 2013 in tropischen und milden Regionen. Die Zahl von analysierten Datenpunkten ist für jede Kategorie in Klammern gesetzt.

Quelle: Porter et al. 2014

Regional sind die Auswirkungen sehr unterschiedlich. In zwei Studien erwiesen sich das südliche Afrika und südliche Asien als die am stärksten negativ betroffenen Regionen mit einem durchschnittlichen Ernteertrag von 8% um 2050, wobei Weizen, Mais und Hirse stärker betroffen sind als Reis, Maniok und Zuckerrohr. In Südeuropa wird eine Verringerung der Verfügbarkeit von Wasser aus Flüssen und Grundwasserressourcen bei gleichzeitig erhöhtem Wasserbedarf (z.B. für Bewässerung, Energie, Industrie, Haushaltzwecke) erwartet (Porter et al. 2014). In Küstengebieten in Südeuropa aber auch weltweit kann die Erosion zu einer Verringerung der landwirtschaftlichen Fläche führen (Wong et al. 2014).

Mit den erhöhten Temperaturen und dem Rückgang von Schnee, Eis und Permafrost könnten die landwirtschaftlichen Flächen von Ländern in den nördlichen Breiten zunehmen. Allerdings wird eine Umwandlung in ergiebige landwirtschaftliche Nutzfläche möglicherweise aufgrund der tiefen Nährstoffkonzentration im Boden und des Fehlens geeigneter Infrastruktur schwierig (Porter et al. 2014).

## 4.2. Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Mensch und Tier

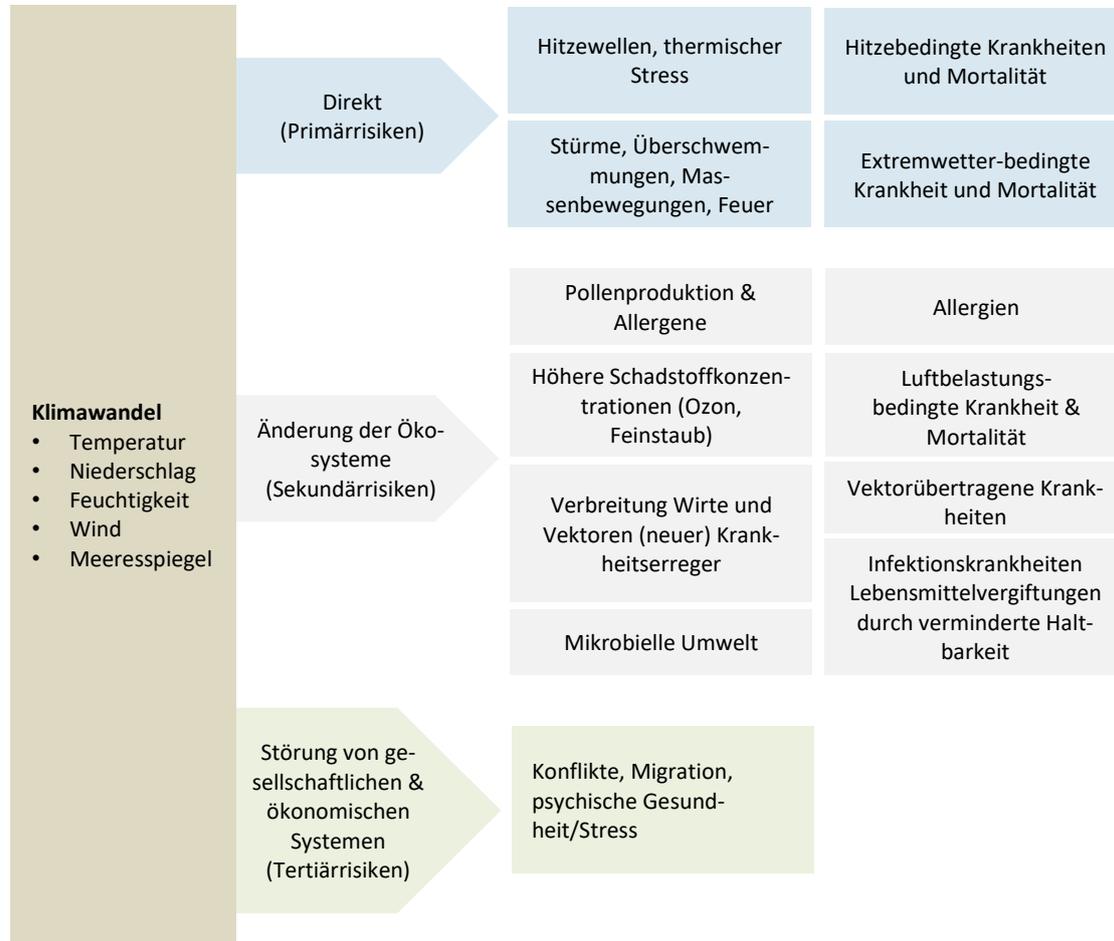
Für die Gesundheit der Menschen, aber auch Tiere, ist die Umwelt ein entscheidender Faktor. Eine intakte Umwelt beugt Krankheiten vor, fördert eine gesunde Entwicklung und ist eine wichtige Voraussetzung für eine gute Lebensqualität. Gemäss der «Lancet Commission on Pollution and Health» starben allein im Jahr 2015 schätzungsweise neun Millionen Menschen (16% aller Todesfälle weltweit) an den Folgen von veränderten Umweltbedingungen (Landrigan et al. 2017). Viele der gesundheitsrelevanten Umweltfaktoren werden durch das Klima beeinflusst oder gehören zu den treibenden Kräften des Klimawandels. Der globale Klimawandel kann sich über Veränderungen der Wetter- und Witterungsbedingungen direkt und unmittelbar auf die Gesundheit von Mensch und Tier auswirken, oder auch indirekt durch Veränderungen der Ökosysteme sowie durch Störungen von gesellschaftlichen und ökonomischen Systemen (Abbildung 11).

### 4.2.1. Menschliche Gesundheit

#### **Direkte Auswirkungen**

Bei den direkten Effekten auf die menschliche Gesundheit, auch Primärrisiken genannt, handelt es sich hauptsächlich um Folgen von meteorologischen Extremereignissen (Smith et al. 2014; Watts et al. 2016). So führen Hitzewellen zu einer erhöhten Sterblichkeit (Robine et al. 2008; Vicedo-Cabrera et al. 2016) sowie einer Zunahme von Spitaleintritten (Ye et al. 2012). Eine ernste Bedrohung für die Gesundheit vieler Menschen stellen Ereignisse wie Dürren, Stürme und Starkniederschläge dar (Smith et al. 2014). Ausserdem kann auch die zunehmende thermische Belastung das Wohlbefinden der Menschen beeinträchtigen. Hohe Temperaturen beeinträchtigen die menschliche Leistungsfähigkeit sowie die Produktivität und Konzentrationsfähigkeit am Arbeitsplatz (Kjellstrom et al. 2016).

Abbildung 11: Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit



Grafik SwissTPH. adaptiert von Haines & Patz (2004); Smith et al. (2014)

### Indirekte Auswirkungen

Indirekte Auswirkungen und Risiken für die Gesundheit treten durch veränderte Umweltbedingungen als Folge des Klimawandels auf (sekundäre Risiken). Temperatur, Wind- und Feuchtigkeitsverhältnisse beeinflussen die Dynamik von Krankheitserregern und deren Krankheitsüberträgern (Vektoren). Es wird daher von einer veränderten Häufigkeit von Infektionskrankheiten, die durch Mücken, Zecken oder Nagetieren übertragen werden, ausgegangen. Denn sowohl langfristige Veränderungen der Ökosysteme wie auch kurzfristige Änderungen der klimatischen Bedingungen – beispielsweise aufgrund eines Extremereignisses – können einen Einfluss auf die Verfügbarkeit von geeigneten Lebensräumen und das Infektionspotential haben (Andersen & Davis 2016; McMichael et al. 2006; Samy et al. 2016). Nach der Flutkatastrophe in Pakistan

im Jahr 2010 haben beispielsweise Malariaverdachtsfälle stark zugenommen (McMichael 2015).

Veränderte Feuchtigkeits-, Niederschlags- und Temperaturbedingungen beeinflussen auch die Lebensbedingungen von Pflanzen und somit die Allergenbelastung (z.B. Pollen von neuen und einheimischen Pflanzen) und die Dauer der Pollenflugsaison (Patz et al. 2014; Ziello et al. 2012). Klimabedingte langfristige Wetterveränderungen begünstigen zudem die Ausbreitung und sekundäre Formation von Luftschadstoffen wie Ozon und Feinstaub und haben so einen indirekten Einfluss auf die respiratorische und kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität (Atkinson et al. 2016; Beelen et al. 2014). Zu weiteren möglichen indirekten gesundheitlichen Auswirkungen und Risiken des Klimawandels gehört auch die Beeinträchtigung der Qualität und Quantität von sauberem Trinkwasser durch Mikroben. Es besteht die Gefahr, dass sich temperaturbedingte Infektionskrankheiten, die durch Lebensmittel übertragen werden stärker ausbreiten. Die Produktion von Nahrungsmitteln hängt in vielfacher Weise mit den klimatischen Bedingungen zusammen. Veränderte klimatische Bedingungen, insbesondere Wassermangel oder Versalzung durch den Anstieg des Meeresspiegels, können zu grossen Einbussen und schliesslich lokal zu Mangelernährung und Armut führen.

### **Tertiäre Risiken**

Die durch den Klimawandel ausgelösten Veränderungen der Umweltbedingungen inklusive Anstieg des Meeresspiegels können zusammen mit einer Vielzahl von anderen Ursachen zu sozialen Konflikten, Entwicklungsstagnationen in betroffenen Gebieten, Umsiedlungen, Migration und somit zu vermehrter sozialer Instabilität führen, was weitere gesundheitliche Probleme nach sich zieht (auch tertiäre Risiken genannt). Dies betrifft sowohl die physische wie auch die psychische Gesundheit und das emotionale Wohlbefinden der Bevölkerung (Smith et al. 2014).

Obwohl die erwarteten negativen Auswirkungen des Klimawandels überwiegen, kann eine Erhöhung der Temperatur sich auch positiv auf die menschliche Gesundheit auswirken. In gemässigten Klimazonen werden zum Beispiel mildere Winter mit weniger kältebedingten Todesfällen einhergehen (Gasparrini et al. 2017; Landrigan et al. 2017). Menschen, die draussen arbeiten werden im Winter unter geringeren kältebedingten Belastungen leiden, was zu einem Anstieg der Produktivität führen kann (EU 2009).

#### **4.2.2. Tiergesundheit**

Der Klimawandel wirkt sich auch direkt und indirekt auf die Tiergesundheit aus. Zu möglichen direkten Folgen von Klima- und Wetterveränderungen gehören parasitäre Krankheiten, Ernährungsstörungen, Sonnenstich und Dehydrierung. Durch veränderte Umweltbedingungen und

einhergehende Landnutzungsänderungen, Biodiversitätsverlust und soziokulturelle Verhaltensveränderungen nimmt das Risiko für die Verbreitung von Tierseuchen zu, welche die Tiergesundheit einer ganzen Region gefährden können. Zu solchen indirekten Auswirkungen auf die Tiergesundheit gehören verschiedene durch Vektoren übertragenen Krankheiten wie das Rifttalfeber, die afrikanische Pferdepest, die afrikanische Schweinepest, das West-Nil-Fieber oder die Blauzungkrankheit (Bett et al. 2017; Skuce et al. 2013). Ausserdem können klimatische Veränderungen die Futterverfügbarkeit für Zugvögel beeinträchtigen, was zu veränderten Flugrouten führen und somit die Verschleppung von Krankheiten begünstigen kann. Beispielsweise hat der kalte Winter im Jahr 2006 dazu geführt, dass offene Gewässer zugefroren sind, in der Folge einige Zugvögel ihre Flugroute geändert haben und dadurch das hoch pathogene Vogelgrippe-Virus H5N1 in die Europäische Union (EU) eingeschleppt haben (EU 2009).

#### 4.2.3. Ausmass der gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels

Die Ursache von den genannten potentiellen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Tiergesundheit sind selten dem Klimawandel alleine zu zuschreiben, meist spielen auch klimaunabhängige Faktoren eine Rolle. Invasive, gebietsfremde Arten und Vektoren werden hauptsächlich durch den internationalen Handel und Transport verschleppt. Auch das Bevölkerungswachstum, die Besiedlung und industrielle Nutzung gefährdeter Regionen führt zu Veränderungen der natürlichen Systeme, zu erhöhtem Druck auf die natürlichen Ressourcen und begünstigen somit negative Auswirkungen des Klimawandels (Watts et al. 2016).

Das Ausmass der gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Einerseits sind die Art und die Intensität der klimabedingten Veränderungen und Ereignisse von Bedeutung. Andererseits beeinflussen individuelle Aspekte wie Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand, Anpassungsfähigkeit und Anpassungsmöglichkeit und lokale Verhältnisse die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels. Die grössten Auswirkungen entstehen hauptsächlich dadurch, dass bestehende Umweltprobleme und Krankheitslasten verschärft werden. Dies betrifft insbesondere arme Länder mit bestehenden Umweltproblemen, schlechten Gesundheitssystemen, mangelnder Infrastruktur und fehlenden Ressourcen für adäquate Adaptionsmassnahmen. So wird zum Beispiel erwartet, dass sich in Afrika südlich der Sahara der Klimawandel die bereits bestehenden prekären Umweltbedingungen (Dürren, Überschwemmungen) verschärfen. In Asien und im Pazifik hingegen ist die Vulnerabilität gegenüber negativen Folgen des Klimawandels aufgrund der grossen Anzahl von Menschen, die in möglichen Überschwemmungsgebieten leben gross (Smith et al. 2014).

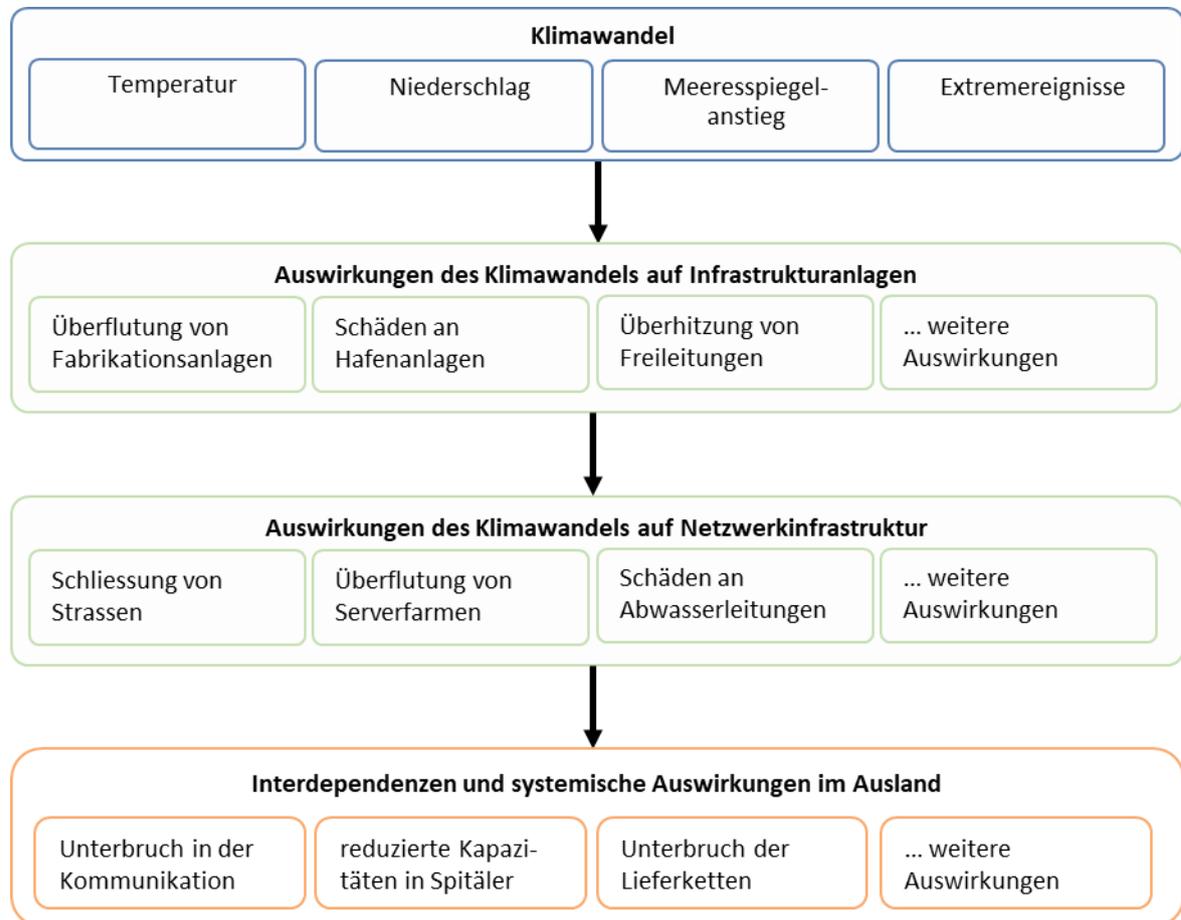
Ferner ist zu beachten, dass im Bereich Gesundheit die Schwierigkeit besteht, zwischen „normalen“ Folgen von Wettererscheinungen und Folgen von den längerfristigen Klimaänderungen, wie sie im Hinblick auf den Klimawandel erwartet werden, zu unterscheiden. Aussagen

sind nur anhand langjähriger Zeitreihen, unter Berücksichtigung von mehrjährigen natürlichen Trends und anderen klimaunabhängigen ursächlichen Faktoren möglich (Eis et al. 2010; Smith et al. 2014).

### 4.3. Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur

Infrastrukturen werden meist für viele Jahrzehnte gebaut und sind im Prinzip ortsfest. Stehen sie in gefährdeten Gebieten, sind sie besonders verletzlich gegenüber Änderungen des Klimas und extremen Wetterereignissen. In der Vergangenheit haben Wetterextreme die Anfälligkeit von Infrastrukturen gezeigt. Gemäss IPCC werden Wetterextremereignisse künftig weltweit zu mehr Schäden an Infrastruktur führen (IPCC 2012). Zudem können auch langsame Klimaänderungen wie beispielsweise der Meeresspiegelanstieg oder auftauender Permafrost die Infrastruktur gefährden. Netzwerkinfrastrukturen wie Transportketten, Strom- und Wasserversorgung sind besonders verletzlich. In solchen Netzwerken kann die Beschädigung auch kleinster Komponenten einen viel grösseren System-Unterbruch verursachen (Wong et al. 2014). Abbildung 12 stellt die Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur schematisch dar.

Abbildung 12: Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur



Grafik INFRAS. Quelle: Angepasst von Dawson et al. 2016.

Die Auswirkungen des Klimawandels können zu Schäden an Infrastrukturanlagen führen, beispielsweise durch Überflutungen von Fabrikationsanlagen oder Spitälern. Werden Infrastrukturkomponenten beschädigt, welche Teil eines Netzwerkes sind, kann es zu grösseren Unterbrüchen kommen, etwa in der Elektrizitätsversorgung. Da viele Prozesse von einzelnen Anlagen und Netzwerkinfrastruktur abhängig sind, können solche Schäden auch weiterreichende systemische Folgen haben. Beispielsweise können aufgrund einer Überschwemmung eines Spitals keine Operationen durchgeführt oder aufgrund der Schliessung von Häfen verschiedene Lieferketten unterbrochen werden.

Die Auswirkungen des Klimawandels können Chancen und Risiken darstellen. So können aufgrund der Abnahme der Eisbedeckung in der Arktis neue Transportwege entstehen. Vergangene Extremereignisse zeigen vor allem die möglichen negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur. Der Hurrikan Katrina verursachte an Häfen in New Orleans 2005

Schäden von 100 Millionen USD. Hurrikan Sandy führte 2012 zu einer einwöchigen Schliessung des Hafens von New York (Wong et al. 2014). Hurrikan Harvey verursachte an Flughäfen und Gebäuden sowie an der Energieinfrastruktur geschätzte Kosten von 306 Milliarden US-Dollar (Acclimatise, Climate Finance Advisors and Four Twenty Seven 2018).

### Küsteninfrastruktur

Küstenregionen gehören zu den stark gefährdeten Gebieten, insbesondere wegen Extremereignissen wie intensiven Sturmereignissen oder Sturmfluten, aber auch wegen langsamer Veränderungen wie dem Meeresspiegelanstieg. Da sich wichtige Infrastrukturen vielfach in Küstennähe befinden, sind sie entsprechend durch diese Auswirkungen besonders tangiert. Auswirkungen des Klimawandels auf die Küsteninfrastruktur sind global von besonderer Bedeutung, da ein Grossteil des internationalen Transports und Handels davon betroffen ist (EEA 2017).

Abbildung 13 zeigt die Küstenstädte mit der stärksten Zunahme von Schäden zwischen 2005 und 2050.

**Abbildung 13: Schäden für Küstenstädte aufgrund des ansteigenden Meeresspiegels zwischen 2005 und 2050**



Legende: Auf der Karte sind die zwanzig Küstenstädte dargestellt, welche die grösste Zunahme von Schäden zwischen 2005 und 2050 aufzeigen (AALs – average annual losses). Den Berechnungen liegt ein optimistisches Klimaszenario zu Grunde, d.h. ein geringer Anstieg des Meeresspiegels. Zudem wurde angenommen, dass keine zusätzlichen Anpassungsmassnahmen umgesetzt werden, bspw. keine Erhöhung von bestehenden Hochwasserdämmen.

Quelle: Wong et al. 2014

In der Mittelmeerregion wird für mehrere Küstenstädte eine Zunahme der Schäden von über 50% erwartet. Für die Orte, wo die zwei grössten Häfen der Welt liegen, nämlich Shanghai und Ningbo (Shanghai International Shipping Institute, 2016), wird eine Zunahme der Schäden von über 40% erwartet. In Houston, wo der zweitgrösste Hafen der USA liegt, werden die Schäden voraussichtlich mehr als 50% zunehmen. Es ist allerdings hervorzuheben, dass die Schäden in diesen und anderen Küstenstädten insbesondere aufgrund der höheren Anzahl Menschen und Sachwerte zunehmen werden (Wong et al. 2014).

Auch schleichende Klimaveränderungen werden sich langfristig auf die Küsteninfrastruktur auswirken. Ein hypothetischer regionaler Meeresspiegelanstieg von 1 m in den nächsten 50 bis 100 Jahren an der Golfküste zwischen Alabama und Huston würde einen Drittel der Strassen in der Region permanent überfluten und mehr als 70% der regionalen Häfen gefährden (Wong et al. 2014).

## 5. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz

Der Klimawandel im Ausland wirkt sich über verschiedene Kanäle und Einflussbereiche auf die Schweiz aus. Er tangiert sowohl wirtschaftliche Bereiche wie den Import und Export von Gütern und Dienstleistungen (Wirtschaftsleistung, Nahrungsmittelversorgung, Energieversorgung, Finanzdienstleistungen) wie auch politisch-gesellschaftliche Beziehungen, welche sich etwa im Bereich der Sicherheit, der Migration und der Entwicklungszusammenarbeit manifestieren. Im Folgenden werden für zentrale Einflussbereiche die Zusammenhänge zwischen Klimawandel und den einzelnen Bereichen erläutert, wichtige Wirkungsketten mit Auswirkungen auf die Schweiz identifiziert und mögliche Handlungsansätze skizziert.

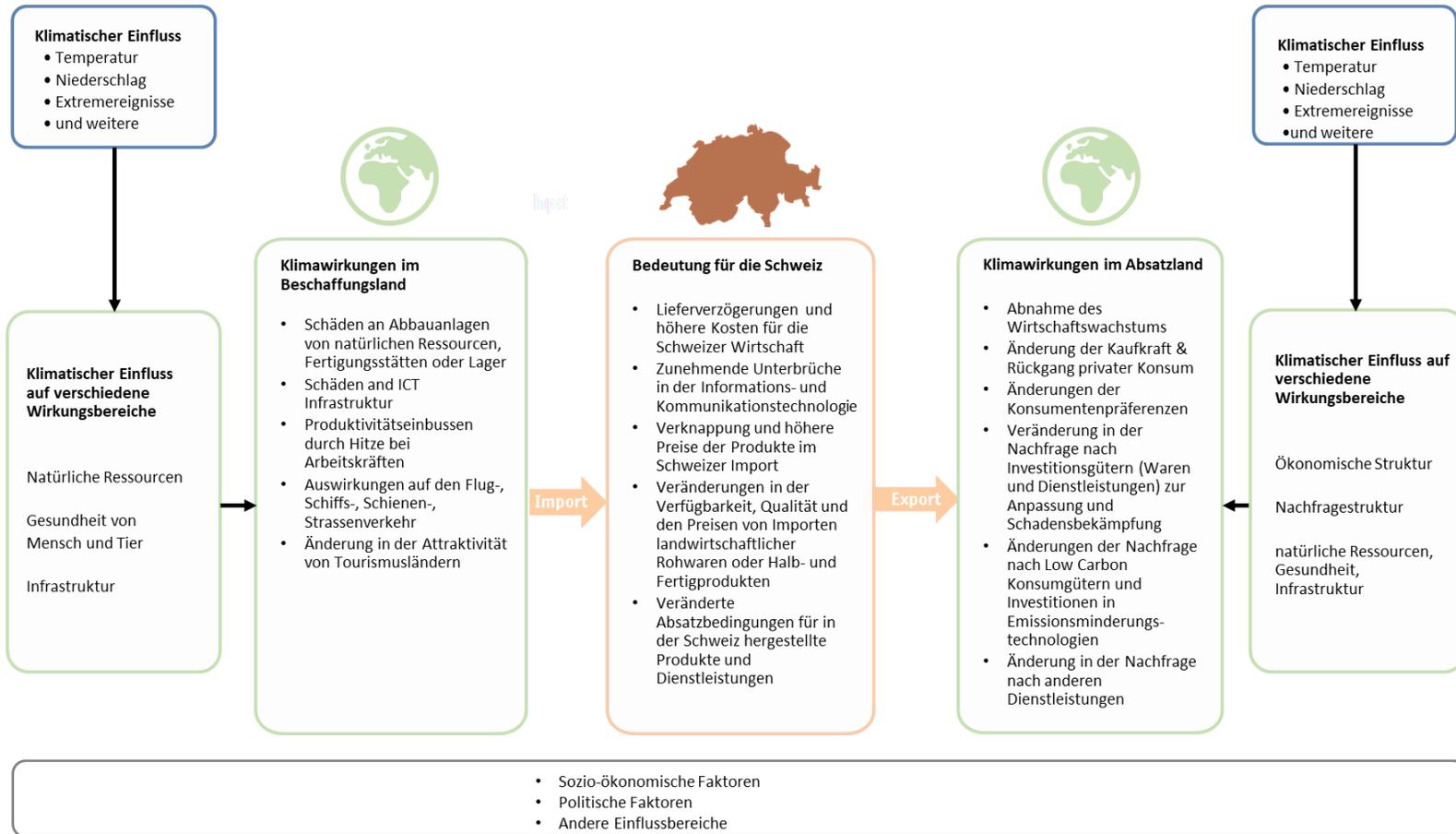
### 5.1. Wirtschaftsleistung

#### 5.1.1. Zusammenhang zwischen Klimawandel und Wirtschaftsleistung

Hoch industrialisierte Länder sind im Vergleich zu manchen anderen Ländern weniger vulnerabel gegenüber den zu erwartenden direkten Klimaänderungen. Trotzdem können die Auswirkungen über den internationalen Handel auch die Wirtschaft im Inland beeinflussen. Werden diese Spill-over-Effekte des Klimawandels, die durch den Aussenhandel entstehen, ignoriert, kann dies zu einer systematischen Unterschätzung des Klimawandelrisikos führen (INFRAS et al. 2007). Die bisherige Forschung (z.B. Schenker 2013, INFRAS et al. 2007, Berry Pam et al. 2017) lässt vermuten, dass die Spill-over-Effekte des Klimawandels durch internationalen Handel mindestens so relevant sind wie die volkswirtschaftlichen Folgen der nationalen Klimaauswirkungen.

Die Auswirkungen des Klimawandels in den Beschaffungs- und Absatzländern können sich über den Import und Export von Gütern und Dienstleistungen auf die Wirtschaftsleistung der Schweiz auswirken (Abbildung 14):

Abbildung 14: Einfluss des Klimawandels auf die Wirtschaftsleistung der Schweiz



Grafik INFRAS

Verallgemeinernd gesagt können die Auswirkungen des Klimawandels im Beschaffungsland zu veränderten Produktionsbedingungen und Produktionseinbussen und im Absatzland zu einer Beeinträchtigung der Wirtschaftsentwicklung und zu Veränderungen der Nachfragestruktur führen. Die Auswirkungen des Klimawandels in Beschaffungs- und Absatzländern werden dabei von übergeordneten wirtschaftlichen Einflüssen und globalen Trends wie beispielsweise der generellen konjunkturellen Entwicklung der Weltwirtschaft, dem Zugang zu Finanzmärkten, dem Politikumfeld oder der Technologieentwicklung überlagert. So wirken sich beispielsweise die politische Stabilität oder geopolitische Entscheide in hohem Mass auf die Wirtschaftsleistung aus. Auswirkungen des Klimawandels können sich als zusätzliches Element auf die Wirtschaftsleistung auswirken.

Im Folgenden werden zentrale Aspekte im Zusammenhang zwischen Klimawandel und Wirtschaftsleistung beleuchtet.

#### **Veränderte Produktionsbedingungen und Produktionseinbussen im Beschaffungsland**

Im Beschaffungsland können die Auswirkungen des Klimawandels über verschiedene Wege zu Produktionsbeeinträchtigungen führen: Wetterextremereignisse können Schäden in der landwirtschaftlichen Produktion, an Produktionsanlagen oder an der Transport-, Energie- und Wasserversorgungsinfrastruktur verursachen, was wiederum zu Produktionseinbussen bzw. zu einer Verzögerung oder Verteuerung der Produktion gewisser Güter führen kann. Insbesondere ökonomische Aktivitäten im Primärsektor (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Bergbau) sind aufgrund der unmittelbaren Abhängigkeit von der natürlichen Umwelt besonders anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels (Arent et al. 2014). Hohe Temperaturen können Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Menschen beeinträchtigen und damit auch die Produktivität und die Wirtschaftsleistung eines Landes insgesamt mindern.

Solche Produktionsbeeinträchtigung im Beschaffungsland führen im Importland zu Veränderungen in Verfügbarkeit, Qualität und Preisen der importierten Güter. Dies betrifft sowohl Vorleistungs-, Investitions- als auch Konsumgüter, insbesondere landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Rohwaren, Vorleistungsgüter und Halb- und Fertigprodukte.

#### **Wirtschaftsentwicklung und Veränderungen der Nachfragestruktur im Absatzland**

Der Klimawandel kann die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes allgemein treffen, das Ausmass wird aber noch nicht gut verstanden (Arent et al. 2014). Insbesondere in Entwicklungsländern können die Auswirkungen des Klimawandels zu einer Abnahme der Kaufkraft und zu einem Rückgang des privaten Konsums führen. Handelt es sich um Zielländer von Exporten, wirkt sich dies negativ auf den Absatz der Exportwirtschaft eines Landes aus. Klimatische Einflüsse wie zunehmende Hitzewellen oder Trockenheit können sich auch auf die Nachfragepräferenzen

auswirken und etwa die Nachfrage nach bestimmten Produkten wie etwa Klimaanlage steigern. Schliesslich werden auch Veränderungen in der Nachfrage nach Investitionsgütern zur Anpassung an den Klimawandel und Schadensbekämpfung sowie nach klimafreundlichen Konsumgütern, Produkten mit höherer Energieeffizienz und Emissionsminderungstechnologien erwartet.

### 5.1.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Wirtschaftsleistung

Die Schweiz ist über den Handel international stark vernetzt (siehe Kapitel 3.1). Folglich können sich Auswirkungen des Klimawandels im Ausland über den Import und Export von Gütern und Dienstleistungen auch auf die Schweiz auswirken. Im Folgenden werden die wichtigsten Wirkungsketten aufgeführt, über welche der globale Klimawandel und seine Auswirkungen im Ausland auch Auswirkungen auf die Schweiz und ihre Wirtschaftsleistung haben können.

#### Übersicht Wirkungsketten

##### Wirkungsketten durch Veränderungen im Beschaffungsland

- 1) Produktionseinbussen durch Schäden im Beschaffungsland
- 2) Produktivitätseinbussen durch Hitze im Beschaffungsland
- 3) Importverzögerungen, -unterbrüche und höhere Kosten durch Schäden im Verkehr
- 4) Klimabedingte Änderung der Attraktivität von Tourismusdestinationen

##### Wirkungsketten durch Veränderungen im Absatzland

- 5) Abnahme des Wirtschaftswachstums und der Kaufkraft in Absatzländern
- 6) Veränderte Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen zur Anpassung an den Klimawandel
- 7) Änderung in der Nachfrage nach Low Carbon Konsumgütern und Investitionen in Emissionsminderungstechnologien

#### 1. Produktionseinbussen durch Schäden im Beschaffungsland

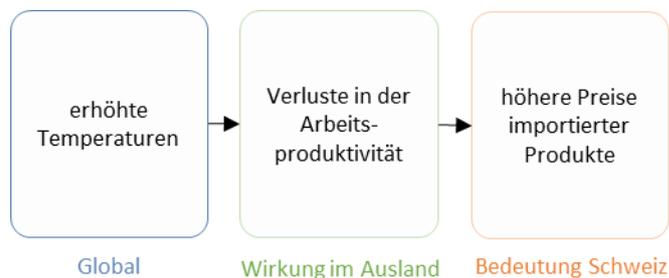


Durch Extremereignisse können Schäden an Abbauanlagen von natürlichen Ressourcen (z.B. Kohle, Erze) und an Produktionsanlagen entstehen, die zu Produktionseinbussen oder -verzögerungen bei Vorleistungs-, Investitions-, und Konsumgütern führen. So waren nach der verhee-

renden Flut in Thailand im Jahr 2011 die weltweit vernetzten Versorgungsketten für PC-Speicherplatten über Monate gestört (Gledhill et al. 2013). Der globale Preis für Festplatten verdoppelte sich, was beispielsweise bei Intel zu 1 Milliarde US-Dollar Umsatzverlusten geführt hat (RSA und WWF-UK 2014). Auch die Überschwemmung von Autofabriken in Thailand führten zu lokalen und internationalen Produktionsunterbrüchen, was zu Verzögerungen in der Lancierung von neuen Automodellen führte. Aufgrund fehlender Zulieferkomponenten aus Thailand musste beispielsweise auch die Honda Produktion in Swinden (UK) um 50% reduziert werden (RSA und WWF-UK 2014).

*Relevanz für die Schweiz:* Für die in der Schweiz angesiedelte Produktionsunternehmen können klimabedingte Unterbrechungen in den Zulieferketten gravierende Auswirkungen haben. Relevant ist dies für die Schweiz, falls bspw. der Import von Vorleistungsgütern der Elektronik- oder der Maschinenindustrie betroffen ist. Dabei handelt es sich um hochspezialisierte Produkte, die kurzfristig schlecht substituiert werden können. Auf lange Sicht ist eine Substitution der Importmärkte möglich, in der Praxis jedoch kaum in allen Fällen zu erreichen.

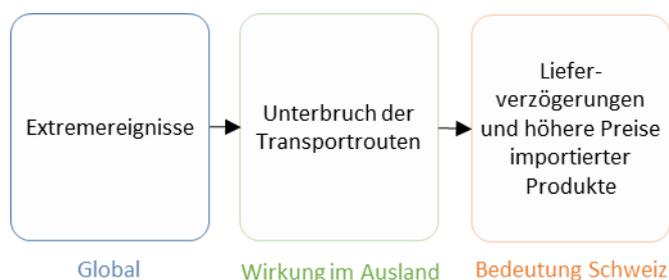
## 2. Produktivitätseinbussen durch Hitze im Beschaffungsland



Vor allem beim Menschen werden Produktivitätseinbussen aufgrund der zunehmenden thermischen Belastung erwartet. Mit fortschreitender Erwärmung wird beispielsweise in einzelnen Gebieten des Amazonas davon ausgegangen, dass die Arbeitsproduktivität für Schwerarbeit im Freien um mehr als 40% im Vergleich zum derzeitigen Niveau sinken wird (Bednar-Friedl et al. 2018). Hauptsächlich betroffen sind Personen, die im Baugewerbe, übertägigen Bergbau, im Verkehrswesen und in der Landwirtschaft beschäftigt sind (Zander et al. 2015), sowie auch Branchen mit hohem Arbeitskräfteeinsatz – wie der Bekleidungs- und Textilindustrie – und schlechten Arbeitsbedingungen (Raumgestaltung, fehlende Kühlung). Verschiedene Studien haben versucht, die Produktivitätseinbussen infolge Hitze zu quantifizieren: Kjellstrom (2014) erwartet hitzebedingte Produktivitätsverluste in den USA von rund 0.2% des BIP in 2050. Zander et al. (2015) prognostizieren einen Produktivitätsrückgang bei Arbeitskräften in warmen Regionen (Asien, Karibik) von bis zu 11-27% bis 2080. Park (2015) erwartet Produktionseinbussen von rund 2% pro zusätzlichem Grad über Raumtemperatur.

*Relevanz für die Schweiz:* Produktivitätseinbussen können zu höheren Preisen der Produkte im Schweizer Import führen. Insbesondere Textilien werden vielfach in Ländern produziert, welche von Hitzewellen betroffen sind. Allerdings können auch andere (Vor-)Produkte betroffen sein und zu höheren Preisen für die EndkonsumentInnen führen.

### 3. Importverzögerungen, -unterbrüche und höhere Kosten durch Schäden im Verkehr



Durch Temperaturänderungen, Änderungen im Niederschlagsregime und einer Zunahme an Extremereignissen sind verschiedene Verkehrsträger, deren Verkehrswege und -infrastrukturen (Strassen- Bahn- Flug- Schiffsverkehr) Risiken ausgesetzt. Ebenfalls können die dazugehörigen Verkehrswege und die Verkehrsinfrastruktur beschädigt werden. Dies führt zu Lieferverzögerungen und zu höheren Kosten für die Schweizer Wirtschaft. Deutlich wurde dies beim Sturm Sandy in den USA im Jahr 2012, als die Zugverbindungen in New York City und New Jersey über eine Woche lahmgelegt wurden (EPA 2016). Dies bedeutete frappante Einschränkungen von Pendlern und Warentransporten und führt zu Milliardenkosten für solche Grosstädte.

*Relevanz für die Schweiz:* Für die Schweiz sind vor allem die Auswirkungen auf den Schiffsverkehr und den Schienenverkehr von hoher Relevanz. Temporäre Schliessungen wichtiger Häfen wie etwa Rotterdam beeinträchtigen den Import einer Vielzahl von Gütern. Langanhaltender Niedrigwasserstand des Rheins in Deutschland, könnte bspw. zu Liefer- oder Exportverzögerungen für die Schweizer Chemieindustrie führen. Betroffen sind vor allem Industrien, die auf eine just-in-time Produktion angewiesen sind. Die Klimaauswirkungen auf das Schienennetz in Europa hält sich in Grenzen oder ist nur punktuell tangiert.

#### 4. Klimabedingte Änderung der Attraktivität von Tourismusdestinationen



Die Attraktivität von Tourismusdestinationen im Ausland kann aufgrund klimabedingter Änderungen abnehmen, etwa bei zunehmender Sommerhitze (z.B. im Mittelmeerraum) oder wenn gewisse Gebiete zu neuen Risikogebieten von durch Vektoren übertragenen Krankheiten werden. Umgekehrt können krankheitserregerfreie Länder mit mildem Klima und guten Umweltbedingungen (Luft- und Wasserqualität) an Attraktivität gewinnen.

*Relevanz für die Schweiz:* Die Relevanz dieser Klimawirkung auf die Attraktivität von Tourismusdestinationen wird im Verhältnis zu anderen Faktoren wie Sicherheitslage, solide Infrastruktur oder Preisniveau als gering eingeschätzt. Dennoch kann die Schweiz insbesondere in den Sommermonaten aufgrund des Klimawandels profitieren (Vöhringer et al. 2017). Insbesondere die kühleren Alpenregionen können in Zukunft komparative Vorteile aufweisen, beispielsweise gegenüber heißen Städten im Mittelmeergebiet. In den Wintermonaten werden tendenziell jedoch eher komparative Nachteile für den Schweizer Tourismus erwartet (Vöhringer et al. 2017).

#### 5. Abnahme des Wirtschaftswachstums und der Kaufkraft in Absatzländern

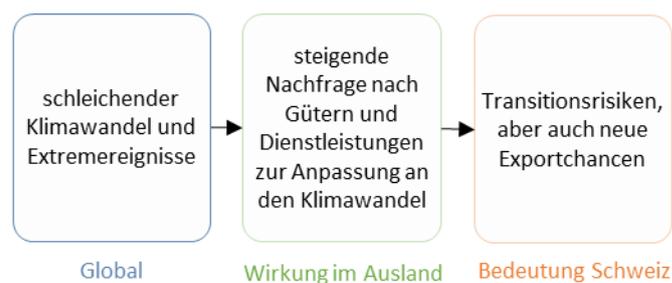


In Absatzländern kann der Klimawandel über verschiedene Kanäle das BIP-Wachstum abschwächen und die Kaufkraft sowie die Investitionen reduzieren (Arent et al 2014). Burke et al. (2015) zeigen, dass der Klimawandel ohne zusätzliche Mitigationsmassnahmen das Einkommen einer durchschnittlichen Person auf der Erde im Jahr 2100 um ca. 23% reduzieren könnte; zudem würden Einkommensunterschiede weiter zunehmen. Vor allem ärmere Länder mit schwä-

cherer Resilienz gegenüber einer Zunahme von beispielsweise Extremereignissen oder schleichenden Veränderungen, erfahren eine Abschwächung des BIP-Wachstums. Reiche Länder sind dieser Entwicklung gegenüber stärker gewappnet (Dell et al. 2008).

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz mit ihrem hohen Exportanteil ist auf die Prosperität ihrer Absatzmärkte angewiesen. Vulnerable und relevante Exportländer für die Schweiz sind insbesondere Indien und in geringerem Ausmass Brasilien, Mexiko und Saudi-Arabien. Ein allfälliger klimabedingter Rückgang des BIPs in diesen Ländern zieht auch einen Rückgang des Investitionsvolumens und allenfalls eine negative Spirale des Schrumpfens nach sich und kann sich bei entsprechender Verflechtung negativ auf die Exportwirtschaft der Schweiz auswirken.

## 6. Veränderte Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen zur Anpassung an den Klimawandel



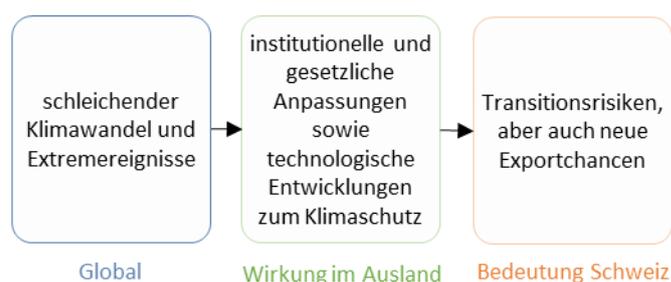
Klimatische Einflüsse wie die Zunahmen von Extremereignissen stellen neue Herausforderungen an Gebäude und Infrastrukturen, wie zum Beispiel den Bau von Dämmen. Die Nachfrage nach neuen Produkten wie beispielsweise Smart Networks zur Überwachung von Klimaauswirkungen, neue Technologien für Wassermanagement und Wasseraufbereitung aber auch nach Beratungsleistungen im Bereich der Klimaanpassung kann zunehmen.

Klimatische Einflüsse wirken sich auch auf Nachfragepräferenzen aus. Beispielsweise können steigende Temperaturen zu einer zunehmenden Nachfrage nach Chemikalien für Klimaanlagen oder Kältemitteln führen (CIA 2015a). Jedoch ist der stark wachsende Absatzmarkt für Kühlgeräte vor allem auf zunehmende Investitionsmöglichkeiten in Absatzländern und dem Mehrbedarf nach Tiefkühlprodukten zurückzuführen.

*Relevanz für die Schweiz:* Dieser Wandel birgt einerseits Transitionsrisiken für Unternehmen. Schweizer Unternehmen müssen Investitionen in entsprechende Güter und Dienstleistungen zur Anpassung an den Klimawandel tätigen, um sich gegenüber ausländischen Anbietern positionieren zu können. Es können sich daraus aber auch neue Exportchancen bieten, vor allem in

Bereichen, in denen die Schweiz bereits stark positioniert ist. Zu nennen sind etwa Dienstleistungsprodukte (z.B. Beratung, Versicherungsprodukte) oder auch Produkte und Leistungen im Bereich Hochwasserschutz/Wassermanagement.

## 7. Änderung in der Nachfrage nach Low Carbon Konsumgütern und Investitionen in Emissionsminderungstechnologien



Die Auswirkungen des Klimawandels ziehen auf globaler und nationaler Ebene institutionelle und gesetzliche Anpassungen nach sich (Pariser Klimaabkommen, nationale Klimagesetzgebungen) und führen auch zu technologischen Entwicklungen, welche sich wiederum auf die Nachfragepräferenzen der Konsumenten in Absatzländern auswirken können.

*Relevanz für die Schweiz:* Dieser Wandel birgt einerseits Transitionsrisiken für Unternehmen. Andererseits können sich diese Nachfrageänderungen auch positiv auf den Schweizer Absatzmarkt auswirken, wenn Wirtschaftakteure die nachgefragten emissionsmindernden Technologien und Low Carbon Konsumgüter liefern können. Zunehmende Klima- und Umweltbelastungen (und entsprechende Klimagesetzgebung) fördern die Nachfrage nach klimafreundlichen Produkten wie beispielsweise alternative Antriebssysteme (z.B. für E-Mobilität).<sup>3</sup>

### 5.1.3. Handlungsansätze

Im Folgenden werden mögliche Handlungsansätze für die Schweiz beleuchtet, die im Kontext Klimawandel und Wirtschaftsleistung diskutiert, weiterentwickelt und ergänzt werden können.

#### Diversifikation und Klimaresilienz in Import und Export

Hauptsächlich sind private Akteure gefragt, wenn es darum geht, die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland adäquat in Geschäftspraktiken zu integrieren. Unternehmen können mit Massnahmen für mehr Diversifikation (Diversifikation der Zulieferketten und Absatzmärkte)

<sup>3</sup> Auch die Schweiz importiert emissionsmindernde Technologien. Entsprechend können klimapolitische Entscheide im Ausland, welche zu Innovation und Technologieentwicklungen führen, einen positiven Effekt auf die Mitigationsanstrengungen der Schweiz haben. Die Erreichung der Mitigationsziele ist jedoch nicht im Fokus dieses Berichts, weshalb darauf nicht weiter eingegangen wird.

ihre Risiken minimieren bzw. Chancen verbessern. Zudem können sie ihren Vorleistungsproduzenten helfen, ihre Resilienz zu verbessern, etwa, indem deren Produktionsprozesse klimasicherer ausgestaltet werden.

### **Klimarisiken in Lieferketten berücksichtigen**

Grundsätzlich sind private Wirtschaftsakteure gut aufgestellt, um sich auf zukünftige Änderungen in ihren Lieferketten auf der Importseite und in ihren Absatzmärkten auf der Exportseite einzustellen. Die Unternehmen sind jedoch erst daran, die Wichtigkeit nachhaltiger Lieferketten zu erkennen, welche auch Klimarisiken berücksichtigen. So helfen die Empfehlungen der Task Force Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) Firmen, klimabedingte Risiken in ihren Geschäftstätigkeiten systematisch zu identifizieren und zu mindern (TCFD 2017).

### **Quantifizierung der Auswirkungen**

Die Auswirkungen des Klimawandels über internationale Wirkungsketten und die Bedeutung für die Wirtschaftsleistung der Schweiz wurde bislang nicht systematisch untersucht. Forschungsbedarf besteht bei der systematischen Identifikation, Quantifizierung und Modellierung prioritärer Wirkungsketten, welche für die Schweiz von Bedeutung sind.

### **Branchen sollten das Thema systematischer angehen**

Momentan werden Anpassungsmassnahmen in Beschaffungsländern insbesondere bei Rohstofflieferanten (wie Kaffee oder Kakao) noch relativ unkoordiniert implementiert. Gefragt wären weiterführende Analysen um abzuschätzen, wo welche Anstrengungen Sinn machen und welche Investitionen am effizientesten sind. Massnahmen sollten sektoral besser koordiniert werden. Dazu braucht es eventuell auch staatliche Unterstützung.

## **5.2. Nahrungsmittelversorgung**

### **5.2.1. Zusammenhang zwischen Klimawandel und Nahrungsmittelversorgung**

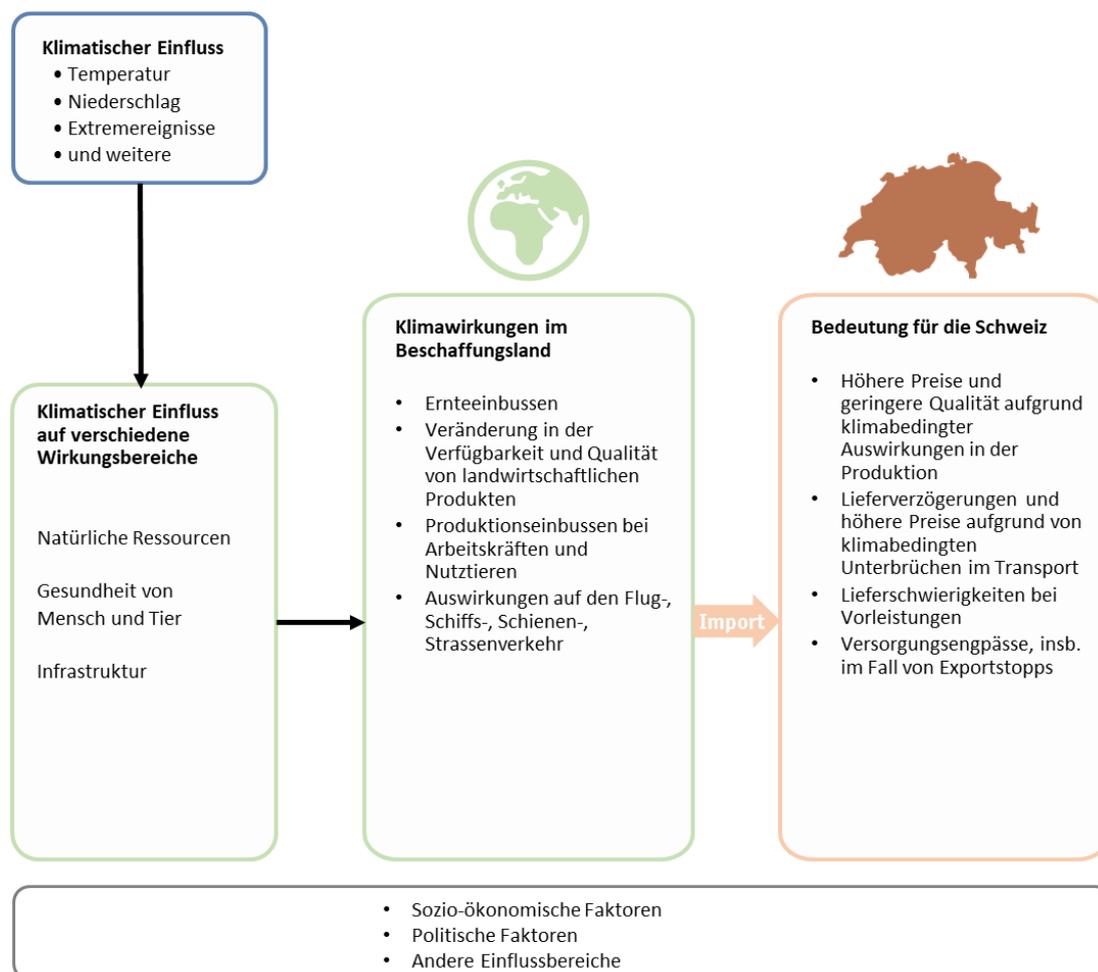
Alle Prozesse und Infrastrukturen, welche zur Deckung der Nahrungsmittelversorgung einer Bevölkerung notwendig sind, bilden zusammen das Nahrungsmittelsystem (Porter et al. 2014). Dazu gehören die Produktion (Sammeln und Fangen, Anbauen und Ernten) sowie Lagerung, Verarbeitung, Verpackung, Transport, Marketing, Konsum und Entsorgung.

Das Nahrungsmittelsystem ist international stark vernetzt. Der internationale Handel mit Landwirtschaftsprodukten hat zwischen 2000 und 2015 um 127% zugenommen (Bailey und Wellesley 2017). Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen potentiell alle Aspekte der Nahrungsmittelversorgung.<sup>4</sup> Abbildung 15 stellt dar, wie Auswirkungen des Klimawandels im

<sup>4</sup> Die Versorgung mit Trinkwasser ist nicht Teil dieses Kapitels.

Ausland auf die Nahrungsmittelversorgung der Schweiz beeinflussen können. Der Fokus in diesem Kapitel liegt auf der Versorgung mit Nahrungsmitteln, weshalb nur die Importseite betrachtet wird.

**Abbildung 15: Einfluss Klima auf Nahrungsmittelversorgung**



Grafik INFRAS

Aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen, Gesundheit und Infrastruktur kann es zu Änderungen, Engpässen und Unterbrüchen in der Nahrungsmittelversorgung kommen. Anbaugelände können sich aufgrund schleichender Klimaänderungen verschieben (Porter et al. 2014), Stürme können ganze Ernten zunichtemachen (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview) und heftige Regenfälle können das Verladen von Gütern in Häfen erschweren. Weiter kann Hitze die Produktivität von Menschen und Tieren in der Landwirtschaft beeinträchtigen. Für die Schweiz kann das bedeuten, dass beispielsweise die Qualität der Produkte leidet, die Preise steigen oder gewisse Agrarprodukte nicht geliefert werden können.

Neben dem Klimawandel gibt es viele andere Faktoren, welche die Nahrungsmittelversorgung beeinflussen. Dazu gehören Änderungen in der Bewässerung und Anbaumethoden, neue Technologien, Wachstum der Bevölkerung oder Entwicklung der Weltmarktpreise gewisser Güter. So korrelieren etwa die Nahrungsmittelpreise vermehrt mit den Rohölpreisen (Porter et al. 2014).

Im Folgenden werden zentrale Aspekte im Zusammenhang zwischen Klimawandel und Nahrungsmittelversorgung beleuchtet.

### **Konzentrationen im globalen Nahrungsmittelsystem erhöhen klimabedingte Risiken**

Der weltweite Handel führt neben positiven Aspekten wie Diversifizierung oder niedrigeren Rohstoffpreisen auch dazu, dass das System anfällig ist auf Produktions- und Preisschocks oder Politikänderungen (Challinor et al. 2016). Ein Merkmal des Nahrungsmittelsystems ist beispielsweise die Konzentration von Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel auf dem Markt (Haudenschild 2018 Interview). 2014 waren sechs Länder für 70% der globalen Produktion von Düngemittel verantwortlich (Belarus, Kanada, China, Indien, Russland und USA) und die Konzentration ist bei bestimmten Düngemittel sogar noch höher (Bailey and Wellesley 2017). Hinzu kommt, dass Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel vermehrt aufeinander abgestimmt werden, wodurch der Lieferunterbruch bei einem der Produkte grössere Auswirkungen hat (Haudenschild 2018 Interview). Eine Konzentration gibt es auch bei der weltweiten Getreideversorgung (Bailey and Wellesley 2017). Beispielsweise sind nur gerade fünf Länder, nämlich die USA, Indien, Thailand, Vietnam und Pakistan für fast 80% der Reisexporte zuständig (siehe Abbildung 16). Einige davon gelten als vulnerabel.<sup>5</sup> Führen klimabedingte Extremereignisse zu Ernteausfällen in einem dieser Länder, kann dies Auswirkungen auf den Weltmarktpreis und die Versorgung mehrerer vom Import abhängigen Länder haben.

---

<sup>5</sup> ND-GAIN Werte: USA: 76.1, Indien: 46.4, Thailand: 59.3, Vietnam: 52.4, Pakistan: 44.4

Abbildung 16: Konzentration des globalen Exports von Mais, Weizen, Reis und Sojabohnen, 2015



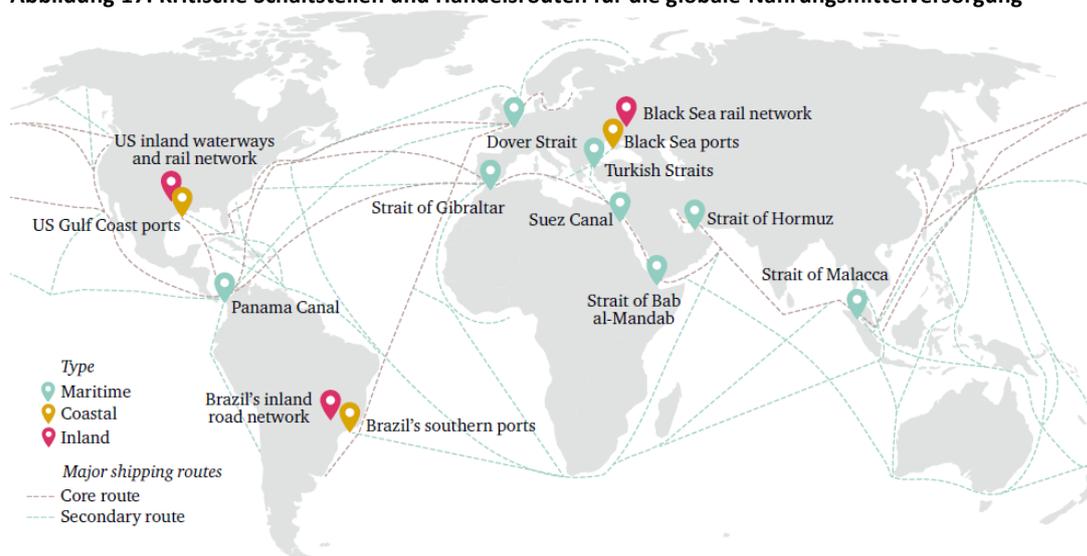
Legende: x-Achse=Mais, Weizen, Reis und Sojabohnen; y-Achse = Anteil am globalen Export. Es werden alle Länder gezeigt, aus welchen mehr als 5% des globalen Exports des jeweiligen Getreides stammen

Quelle: Bailey und Wellesley 2017.

### Die Konzentration der Handelsrouten erhöht klimabedingte Risiken

Ein grosser Anteil des Handels mit Agrargütern wird über dieselben Schaltstellen, vor allem Häfen, abgewickelt. Dadurch wird das System anfällig auf Wetterextreme oder andere klimabedingte Beeinträchtigungen. Beispielsweise werden über die zwei Schaltstellen in Brasilien 33% des globalen Sojas oder über die Schaltstellen im Schwarzen Meer 26% des globalen Weizens transportiert (Bailey and Wellesley 2017; Challinor et al. 2016).

Abbildung 17: Kritische Schaltstellen und Handelsrouten für die globale Nahrungsmittelversorgung



Legende: Die farbigen Markierungen stellen Schaltstellen dar an folgenden Orten: grün = Meer, gelb = Küste, rot = Inland; Die gestrichelten Linien zeigen die zentralen Handelsrouten dar: braun = Haupttrouten, grün = Nebentrouten.

Grafik Bailey and Wellesley 2017. Quelle: J.-P. Rodrigue, C. Comtois und B. Slack (2017)

### 5.2.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Nahrungsmittelversorgung der Schweiz

Der Selbstversorgungsgrad der Schweiz bewegte sich in den letzten Jahren (1995-2014) zwischen 58% und 64% (BLW 2016a). Wird auch berücksichtigt, dass ein Teil der Inlandproduktion auf importierten Futtermitteln beruht, so betrug der Selbstversorgungsgrad in derselben Zeit zwischen 50% und 59% (BLW 2016a). Die Mehrheit der Produktimporte der Schweiz stammen aus der EU, deren Länder eine geringe Vulnerabilität aufweisen (siehe Kapitel 3). Allerdings befinden sich bereits unter den 14 Ländern, aus welchen die Schweiz am meisten Landwirtschaftsgüter importiert und in Abbildung 18 dargestellt sind, eher vulnerable Länder wie Ghana oder Indien.<sup>6</sup>

**Abbildung 18: Import von Agrarprodukten in die Schweiz, 2015**



Legende: Auf der Karte sind die 14 Länder dargestellt, aus welchen die Schweiz 2015 am meisten Agrarprodukte importiert hat (gemessen am Wert der Produkte).

Quelle: Bailey and Wellesley (2017), <https://resourcetrade.earth/data?year=2015&importer=757&category=1&units=value>

Aufgrund der Importabhängigkeit können sich Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auch auf die Schweiz auswirken. Im Folgenden werden die wichtigsten Wirkungsketten aufgeführt, über welche der globale Klimawandel und seine Auswirkungen im Ausland auch Auswirkungen auf die Schweiz und ihre Nahrungsmittelversorgung haben können.

<sup>6</sup> ND-GAIN Werte: Ghana 49.1 und Indien 46.4

## Übersicht Wirkungsketten

- 1) Erhöhte klimabedingte Risiken in der Produktion von Nahrungsmitteln
- 2) Erhöhtes Risiko aufgrund klimabedingter Unterbrüche im Transport von Nahrungsmitteln
- 3) Erhöhtes Risiko aufgrund klimabedingter Unterbrüche in der Produktion und Lieferung von Vorleistungen
- 4) Versorgungsengpässe in der Schweiz

### 1. Erhöhte klimabedingte Risiken in der Produktion von Nahrungsmitteln



Niederschlagsänderungen, Temperaturanstieg, Extremereignisse, Trockenheit und knappe Wasserverfügbarkeit beeinflussen die landwirtschaftliche Produktion stark. Der Klimawandel kann so zu Veränderungen in der Verfügbarkeit, Qualität und den Preisen landwirtschaftlicher Produkten führen.

Bedeutende Veränderungen sind beispielsweise beim Kaffee zu erwarten. So könnten die für den Anbau geeigneten Gebiete in Costa Rica, El Salvador und Nicaragua um 40% oder mehr abnehmen, die optimale Meereshöhe für Kaffeeanbau könnte bis 2050 in Nicaragua von 1200m auf 1600m ansteigen. Veränderungen in Verteilung und Variabilität der Niederschläge können sich negativ auf die Kaffeequalität auswirken. Gewisse Regionen könnten gezwungen sein, vom klimatisch anspruchsvolleren, hochwertigen Arabica-Kaffee auf den weniger wertvollen Robusta-Kaffee zu wechseln (Glenn et al. 2013).

Auch beim Kakao kann es zu ähnlichen Verschiebungen kommen. Die Hauptanbaugebiete in der Elfenbeinküste und Ghana befinden sich in der Sahel-Zone, welche geprägt ist durch stark schwankende Niederschläge. Aufgrund des Temperaturanstiegs ist zu erwarten, dass die Gebiete mit Eignung für den Kakao-Anbau in der Region abnehmen werden (Glenn et al. 2013). Kakao ist zudem ein Beispiel, bei welchem auch die Migration eine Herausforderung darstellt. Kakao ist geeignet für den Anbau durch Kleinbauern, welche aufgrund klimabedingter Veränderungen auch zur Migration gezwungen werden können und damit als Zulieferer wegfallen (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview).

*Relevanz für die Schweiz:* Wie oben dargestellt, ist die Schweiz auf Importe von Nahrungsmitteln angewiesen, teilweise auch aus vulnerablen Ländern. Die Auswirkungen des Klimawandels

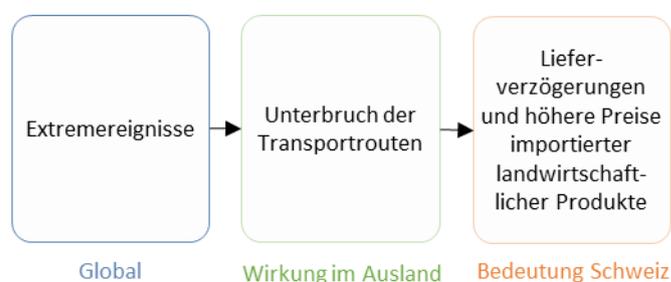
auf den Import von landwirtschaftlichen Produkten sind je nach Produkt und Produktionsgebiet äusserst unterschiedlich. Für gewisse Produkte können diese von grosser Bedeutung sein, wie beispielsweise **Kaffee oder Kakao**. Diese importiert die Schweiz auch aus klimasensitiven Ländern wie beispielsweise Ecuador (Kaffee) oder Ghana (Kakao). Bei Kakao kommt hinzu, dass dieser künftig kaum mehr auf dem Markt erhältlich sein wird, weshalb beispielsweise Coop in die vertikale Integration in Ghana investiert (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview). Bei solchen langfristigen Engagements werden über ein Monitoring auch klimabedingte Risiken berücksichtigt und beispielsweise Monokulturen vermieden (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview).

Die Schweiz importiert die Mehrheit der **Landwirtschaftsprodukte aus der EU** (BLW 2016b). Aber auch dort könnten sich nach Einschätzung von Nahrungsmittelimporteuren Ernteverluste häufen, was sich in erster Linie auf die Preise und die Qualität der Güter auswirkt. So gab es in den letzten Jahren etwa in Frankreich, Deutschland, Österreich und einigen osteuropäischen Ländern namhafte Ernteaufälle; 2018 ist ein weiteres Beispiel dafür (Eberhard 2018 Interview). Beschaffungslinien müssen heute teilweise jährlich angepasst werden, weil es klimabedingt zu Ernteaufällen kommt, was mit einem entsprechenden Mehraufwand und höheren Kosten verbunden ist (Eberhard 2018 Interview).

Auch bei Produkten wie **Früchte, Gemüse, Nüsse und Dörrfrüchte**, welche oft aus der Mittelmeerregion stammen, stellen klimabedingte Risiken, insbesondere die Trockenheit, eine Herausforderung dar (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview). Beispielsweise konnten bei Coop auch schon Melonen aus Nordafrika nicht mehr in Bioqualität geliefert werden (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview).

Zu physischen Engpässen kommt es eher selten und am ehesten in denjenigen Fällen, in denen sich ein wichtiges Exportland aufgrund der geringen Ernterträge dafür entscheidet einen Exportstopp zu verhängen zum Schutz der eigenen Bevölkerung (siehe Wirkungskette 4).

## 2. Erhöhtes Risiko aufgrund klimabedingter Unterbrüche im Transport von Nahrungsmitteln



Durch den Klimawandel kann der Transport der Agrargüter unterbrochen oder beeinträchtigt werden. Dies kann sowohl in den Exportländern geschehen (siehe Beispiel Brasilien unten) als auch auf den Weltmeeren. Beispielsweise gab es 2013 in Indonesien aufgrund einer Dürre

Waldbrände. Der Rauch hat sich über die Strasse von Melaka ausgebreitet und die Schifffahrtsgesellschaft von Singapur dazu veranlasst, vor Kollisionen in diesem viel befahrenen Gewässer zu warnen. Fast ein Viertel des globalen Reishandels wird über diesen Weg transportiert (Chal-linor et al. 2016).<sup>7</sup>

*Relevanz für die Schweiz:* Der Import von Nahrungsmitteln in die Schweiz erfolgt zu einem beträchtlichen Teil über den Rhein. 2003 gab es aufgrund von Trockenheit einen Engpass bei Futtermitteln, zusätzlich konnte aufgrund des tiefen Wasserpegels weniger auf dem Rhein transportiert werden. Dies führte zwar nicht dazu, dass man Pflichtlager von Nahrungsmitteln freigeben musste, stellte für die Schweiz aber dennoch eine Herausforderung dar (Haudenschild 2018 Interview).

Vermehrt werden aus Nachhaltigkeitsüberlegungen Güter aus Europa importiert. So wird beispielsweise weniger Rindfleisch aus dem Mercosur eingeflogen, sondern neu aus dem Baltikum importiert (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview). Dies bringt indirekt auch geringere klimabedingte Risiken beim Transport mit sich. Allerdings ist dies nicht bei allen Gütern möglich.

### 3. Erhöhtes Risiko aufgrund klimabedingter Unterbrüche in der Produktion und Lieferung von Vorleistungen



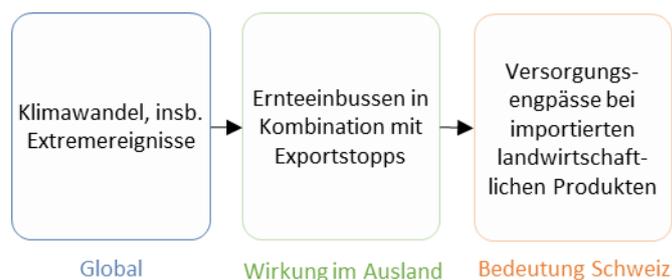
Für die Nahrungsmittelversorgung sind auch die Vorleistungen wie Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel oder Futtermittel zentral. Aufgrund der genannten Konzentration der Produktion von Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel und Futtermittel in wenigen Ländern können klimabedingte Unterbrüche grosse Auswirkungen auf das globale Nahrungsmittelsystem haben. Beispielsweise hat der Klimawandel in Brasilien bereits zu Einbussen der Sojaproduktion geführt (Climate Central 2013). Zudem konnte im Jahr 2013 die Ernte aufgrund schwerer Regenfälle im Süden des Landes in den Häfen nicht schnell genug verladen werden, weshalb sich

<sup>7</sup> siehe auch Marine Executive 2013: Singapore Gravely Concerned About Indonesian Haze Impairing Ship Navigation, <http://www.maritime-executive.com/article/Singapore-Gravely-Concerned-About-Indonesian-Haze-Impairing-Ship-Navigation-2013-06-21>

ein Stau mit über 200 Schiffen bildete. Aufgrund dieser Verspätungen und abgesagter Bestellungen wurden USD 2.5 Milliarden Verluste eingefahren (Bailey and Wellesley 2017). Auch 2017 blieben 3000 mit Sojabohnen beladene Lastwagen auf den Strassen von Brasilien stecken aufgrund von Überschwemmungen. Brasilien gehört zu einem der grössten Sojaexportländer (siehe auch Abbildung 16 weiter oben).

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz importiert jährlich eine Million Tonnen an Futtermitteln (VSF 2017). Über 80% des Bedarfs an Eiweissfuttermitteln wird über Importe gedeckt (VSF 2017). Das inländische Produktionspotential bleibt beschränkt, da es zur Ausdehnung der Produktion von Eiweissfuttermitteln an Züchtungen, Ertragsstabilität und klimatischen Voraussetzungen fehlt. Mit 290'000 Tonnen liegt Sojaschrot an erster Stelle der 455'000 Tonnen Eiweisstäger, die importiert werden. Von den drei wichtigsten Sojaexportländern USA, Argentinien und Brasilien ist nur Brasilien in der Lage, gentechfreie Soja zu liefern. Dies ist für die Schweiz relevant, da sie als einziges Land in Europa auf eine umfassende gentechfreie Fütterung setzt (Soja Netzwerk 2018). Die Unwetter 2013 in Brasilien führten auch zu logistischen Herausforderungen für die Schweiz (Eberhard 2018 Interview). Um die Abhängigkeit von Brasilien zu reduzieren und gewisse Nachhaltigkeitsstandards zu erfüllen, hat die Schweiz gemeinsam mit anderen europäischen Akteuren in den letzten Jahren Anstrengungen unternommen, um gentechfreies Soja in der Donauregion anzubauen. Heute stammt ungefähr ein Drittel des Schweizer Sojabedarfs aus Europa (Eberhard 2018 Interview).

#### 4. Versorgungsengpässe in der Schweiz



Wie bereits erläutert, wirken sich klimabedingte Einbussen in der landwirtschaftlichen Produktion primär auf die Preise und die Qualität der Güter aus. Versorgungsengpässe sind eher selten, sofern höhere Weltmarktpreise bezahlt werden können. Physische Engpässe kann es dennoch geben. Beispielsweise wurden die Exporteure aufgrund der Trockenheit 2007 in Europa von Instanzen der Behörde und der Branche angehalten, zunächst das Inland zu versorgen. In der Folge konnten diese nur noch «tröpfchenweise» exportieren (Eberhard 2018 Interview). Und 2010 ist die Getreideernte in Russland aufgrund eines extrem heissen und trockenen Sommers und damit einhergehender Feuerbrünste um 30% eingebrochen (Vonk et al. 2015). Die

russische Regierung hatte deshalb entschieden, den Export zu stoppen. Im Zusammenhang mit Exportstopps kann es deshalb durchaus auch physische Engpässe geben. Kommt es zu Engpässen in der Nahrungsmittelversorgung, hängt die Sicherheit der Nahrungsmittelversorgung vom Selbstversorgungsgrad eines Landes, der Dauer des Unterbruchs sowie der Substituierbarkeit des Agrargutes ab.

*Relevanz für die Schweiz:* Die ausreichende Versorgung mit Nahrungsmitteln in der Schweiz ist heute gewährleistet (BLW 2017). Erstens geben Schweizer Haushalte im Durchschnitt nur neun Prozent des verfügbaren Einkommens für Lebensmittel aus (BLW 2017) und sind in der Regel auch in der Lage, höhere Preise für Agrarprodukte zu bezahlen. Zweitens beinhalten die Preise bei verschiedenen Importprodukten Grenzabgaben, welche bei höheren internationalen Preisen herabgesetzt werden können (Haudenschild 2018 Interview, Eberhard 2018 Interview). Und drittens hat die Schweiz bei gewissen Produkten aus traditionellen und strategischen Gründen einen hohen Selbstversorgungsgrad, wie bspw. bei Brotgetreide. Deshalb hatte beispielsweise der politisch verhängte Exportstopp in Russland 2010 höchstens indirekte Auswirkungen, da die Schweiz kein Brotgetreide von Russland importiert (Eberhard 2018 Interview).

Dennoch kann es in Zusammenhang mit Exportrestriktionen vereinzelt auch in der Schweiz zu Engpässen kommen (Haudenschild 2018 Interview). Bei der Trockenheit 2007 in Europa konnte die Schweiz mit einem gewissen Mehraufwand andere Exporteure finden. Allerdings nehmen die Gefahren von klimabedingten Engpässen in der Grundtendenz zu (Eberhard 2018 Interview). Kommt zudem eine (klimaunabhängige) Krisensituation hinzu, welche mehrere Länder betrifft, können die Schwierigkeiten bei der Versorgung auch für die Schweiz spürbar ansteigen, dies betrifft insbesondere auch die Vorleistungen wie Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel (Eberhard 2018 Interview).

Seit dem zweiten Weltkrieg gab es im Bereich Nahrungsmittel keine schwere Mangellage mehr, dies im Gegensatz zum Bereich Heilmittel und der Versorgung mit Antibiotika (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview). Würde es dennoch zu einer Notsituation kommen, ist die Schweiz mittels Pflichtlagerwaren und anderen Massnahmen der wirtschaftlichen Landesversorgung gut vorbereitet.

### 5.2.3. Handlungsansätze

Im Folgenden werden mögliche Handlungsansätze für die Schweiz beleuchtet, die im Kontext Klimawandel und Nahrungsmittelversorgung diskutiert, weiterentwickelt und ergänzt werden können.

### **Diversifikation und Klimaresilienz beim Import von Nahrungsmitteln und Vorleistungen**

Bei der Nahrungsmittelversorgung sind zunächst die privaten Akteure gefragt, die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland zu analysieren und in ihren Lieferketten zu berücksichtigen. Unternehmen können durch die Diversifikation der Regionen, Zulieferer und Transportwege die Risiken reduzieren. Zudem können Unternehmen ihre Zulieferer dabei unterstützen, ihre Resilienz zu verbessern. Im Bereich der Nahrungsmittel sind sich die Akteure der Privatwirtschaft oft nicht nur der Risiken bewusst, sondern sie treffen auch schon Massnahmen zur Reduktion der klimabedingten Risiken.

### **Case Studies und Quantifizierung der Auswirkungen**

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Import von Nahrungsmitteln in die Schweiz werden von den Privatakteuren bereits weitgehend berücksichtigt. Unter anderem werden Klimarisiken in bestehende Risikoanalysen integriert (Weinhofer und Cabernard 2018 Interview). Im Bereich der Nahrungsmittelversorgung gibt es verschiedene mögliche Case Studies, die genauer untersucht werden könnten, um anschliessend allenfalls auch Erkenntnisse für andere Güter abzuleiten. Modellierungen würden zudem erlauben, die Auswirkungen des Klimawandels zu quantifizieren.

### **Kritische Infrastruktur Nahrung**

Die Versorgung mit wichtigen Nahrungsmitteln ist essentiell für das Wohlergehen der Bevölkerung. Entsprechend gehört «Nahrung» zu den kritischen Infrastrukturen der Schweiz. Am 5. Dezember 2017 hat der Bundesrat die zweite Strategie Kritische Infrastrukturen verabschiedet. Ziel der Strategie ist es, die Resilienz (Widerstands-, Anpassungs- und Regenerationsfähigkeit) der Schweiz im Hinblick auf kritische Infrastrukturen zu verbessern (Der Bundesrat 2017). Grossflächige und schwerwiegende Ausfälle sollen möglichst verhindert werden beziehungsweise im Ereignisfall das Schadensausmass möglichst gering gehalten werden. Die Auswirkungen des Klimawandels werden insofern berücksichtigt, als dass die Naturgefahren in die Analysen einfließen. Treten diese in Zukunft klimabedingt häufiger auf, sollte dies auch in den Analysen berücksichtigt werden (Haudenschild 2018 Interview).

Kommt es zu schweren Mangellagen, denen die Wirtschaft nicht selber zu begegnen vermag (siehe Art. 102 Bundesverfassung), kommt die wirtschaftliche Landesversorgung zum Zug. In diesem Fall würden Massnahmen beschlossen wie Pflichtlager mit Zucker, Reis, Speiseöle oder Brotgetreiden freizugeben oder Lebensmittel zu rationieren.

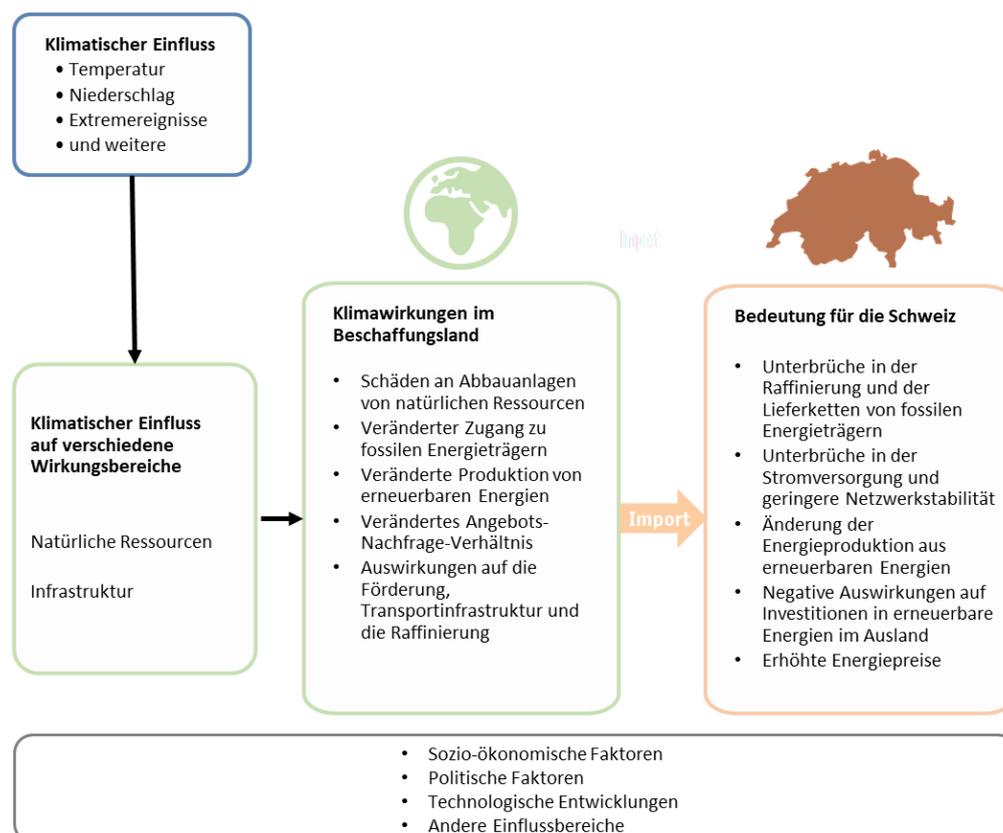
## 5.3. Energieversorgung

### 5.3.1. Zusammenhang zwischen Klimawandel und Energieversorgung

Die Energieversorgung beinhaltet die gesamte Wertschöpfungskette von der Gewinnung von Energieträgern und Energie bis zur Verteilung an die EndverbraucherInnen (Energiegesetz Art. 6). Unterbrüche in dieser Wertschöpfungskette können die Energiesicherheit beeinträchtigen. Zu einer sicheren Energieversorgung gehört zudem auch «der Schutz der kritischen Infrastrukturen einschliesslich der zugehörigen Informations- und Kommunikationstechnik» (Energiegesetz Art. 7). Ein Unterbruch der Energieversorgung kann gravierende Auswirkungen auf andere Sektoren wie Verkehr, Sicherheit oder die Gesamtwirtschaft haben.

Abbildung 19 zeigt auf, wie die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland die Energieversorgung der Schweiz beeinflussen können.

**Abbildung 19: Einfluss des Klimawandels auf die Energieversorgung**



Grafik INFRAS.

Aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen und Infrastruktur im Ausland kann es zu Unterbrüchen in der Energieversorgung kommen. Hurrikane können in den USA Raffinerien beschädigen oder höhere Temperaturen die verfügbare Kühlwassermenge und damit den Wirkungsgrad von Kernkraftwerken in Europa reduzieren. Langfristige Änderungen wie das auftauende Eis in der Arktis können auch eine Chance darstellen, um neue fossile Energiequellen wie bspw. Öl zu erschliessen (Arendt et al. 2014).

Der Handel konventioneller Energiequellen wie Uran, Erdgas und Erdöl findet global statt, die Stromnetzwerke sind hingegen regional (Banfi et al. 2018 Interview). Allerdings kann bei der Elektrizität ein lokaler Schaden aufgrund der Netzinfrastruktur unmittelbar zu einem Stromausfall in einem grösseren Gebiet führen. Während Auswirkungen des Klimawandels relevant sein können, so sind andere Faktoren wie der technische Fortschritt, die Zunahme an Elektrofahrzeugen oder der Wandel hin zu Prosumern voraussichtlich viel relevanter für die sichere Energieversorgung (Banfi et al. 2018 Interview).

### 5.3.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Energiesicherheit der Schweiz

Sowohl der Weltenergieverbrauch als auch derjenige der Schweiz hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Seit 1950 hat sich der Endenergieverbrauch in der Schweiz aufgrund von sozio-ökonomischen Entwicklungen verfünffacht (BFS 2017a). Die Schweiz verfügt selber über geringe klassische Energievorkommen und ist damit zu rund 75% auf Importe angewiesen. Importiert werden Erdöl (Rohöl, Brenn- und Treibstoffe), Erdgas, Kohle und Kohleprodukte, nukleare Brennelemente und im Winterhalbjahr Elektrizität (BFS 2017a).

Das neue Energiegesetz (EnG), das am 1. Januar 2018 in Kraft getreten ist, bezweckt die Sicherstellung einer wirtschaftlichen und umweltverträglichen Bereitstellung und Verteilung von Energie, eine sparsame und effiziente Energienutzung und eine stärkere Nutzung erneuerbarer Energien.

Im Folgenden werden die wichtigsten Wirkungsketten aufgeführt, über welche der globale Klimawandel und seine Auswirkungen im Ausland auch Auswirkungen auf die Schweiz und ihre Energieversorgung haben können.

#### Übersicht Wirkungsketten

- 1) Unterbrüche in der Raffinierung und der Lieferketten von fossilen Energieträgern
- 2) Klimabedingte Unterbrüche in der Stromversorgung und geringere Netzwerkstabilität
- 3) Chancen und Risiken aufgrund der erneuerbaren Energien
- 4) Auswirkungen auf die Energiepreise in der Schweiz

## 1. Unterbrüche in der Raffinierung und der Lieferketten von fossilen Energieträgern



Aufgrund klimabedingter Extremereignisse kann es zu Unterbrüchen in der Förderung, Raffinierung oder im Transport fossiler Energieträger kommen. 2011 wurde die Raffineriekapazität in den USA aufgrund der Schäden durch Hurrikan Harvey um rund 30% reduziert (Forbes 2017). 2005 mussten in den USA wegen der Folgen des Hurrikans Katrina drei Pipelines (die kumulativ 473 Millionen Liter Benzin jeden Tag transportieren) für zwei volle Tage heruntergefahren werden. Für ungefähr zwei Wochen konnten sie nur mit reduzierter Leistung arbeiten, was global zu Engpässen und erhöhten Preisen führte (Acclimatise, Four Twenty Seven und Climate Finance Advisor, 2018).

*Relevanz für die Schweiz:* Da die Schweiz auf Importe fossiler Energieträger angewiesen ist (BFS 2017a), kann sie indirekt von Auswirkungen des Klimawandels im Ausland betroffen sein. 2016 wurden 35.2% des **Rohöls** aus Nigeria importiert (Erdöl Vereinigung 2017), welches gegenüber dem Klimawandel als vulnerabel gilt (ND-GAIN 40.1, siehe Kapitel 3).<sup>8</sup> Zudem importiert die Schweiz auch Rohöl aus Ländern wie den USA, welche von Extremereignissen betroffen sind. Die hohe Versorgungssicherheit ist nach Einschätzung des BFE dennoch gewährleistet, da die Erdölversorgung der Schweiz bezüglich Herkunftsländer und Transportrouten sehr diversifiziert und eine grosse Zahlungsbereitschaft und Kaufkraft gewährleistet ist (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview). Zudem bestehen Pflichtlager, welche für Autobenzine, Dieselöl und Heizöl 4.5 Monate des Normalverbrauchs und für Flugpetrol 3 Monate des Normalverbrauchs abdecken. Bei einem reduzierten Verbrauchsniveau würden diese Reserven für einen wesentlich längeren Zeitraum ausreichen.

Das 2010 in die Schweiz importierte **Erdgas** stammte finanziell gesehen zum grössten Teil aus der EU (BABS 2012), welche eine geringe Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel aufweist.<sup>9</sup> Es wird durch Pipelines oder in kleineren Mengen per Schiff als verflüssigtes Erdgas nach Europa transportiert. Für die Gasversorgung hat die Schweiz keine grossen Speicher zur

<sup>8</sup> Weiteres Rohöl wird aus folgenden Ländern importiert: 17.2% aus den USA (ND-GAIN 76.1), 16.8% aus Mexiko (ND-GAIN 56.7), 16.2% aus Kasachstan (ND-GAIN 61.6), 7.8% aus Russland (ND-GAIN 65.6), 4.7% aus Irak (ND-GAIN 41.7) und 2.1% aus Libyen (ND-GAIN 43.2) (Erdölvereinigung 2017).

<sup>9</sup> Weiteres Erdgas wird aus folgenden Ländern importiert: 22% aus Russland (ND-GAIN 65.6), 21% aus Norwegen (ND-GAIN 80.6) und 14% aus sonstigen Ländern (BABS 2012).

Verfügung. Es gibt jedoch 16 Grenzübergangspunkte für den Gasimport, über welche sie mit den drei bedeutendsten kontinentaleuropäischen Erdgasmärkten, die auch über die grössten Erdgasspeicher Europas verfügen, verbunden ist (Deutschland, Frankreich und Italien) (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview). Zudem stellen nach Einschätzung des BFE Zweistoffanlagen eine weitere wichtige Massnahme zur Sicherstellung der Versorgung dar. Diese erlauben es, bei Bedarf von Erdgas auf Mineralölprodukte umzustellen (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview).

## 2. Klimabedingte Unterbrüche in der Stromversorgung und geringere Netzwerkstabilität



Die Stromerzeugung kann von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Ein verändertes Wasserregime kann beispielsweise die Stromerzeugung in Wasserkraftwerken beeinflussen oder Stürme diejenige von Windturbinen beeinträchtigen (Arent 2014). 2006 hat eine Hitzewelle in Nordeuropa zu Problemen geführt, weil sich einerseits die Nachfrage nach Strom für Klimaanlage erhöht hat und für die Kühlung der Kraftwerke zu wenig und zu warmes Wasser vorhanden war (Vonk et al. 2015).

Da die europäischen Stromnetze miteinander verbunden sind, könnte ein Netzausfall in einem Land auch zu einem Netzausfall in anderen Ländern führen. 2006 führte in Deutschland die gleichzeitige Abschaltung einer Freileitung und die Spitze der Windstromerzeugung zu einem partiellen Blackout beim europäischen Stromnetz. Mehr als 15 Millionen Menschen waren für mehr als zwei Stunden ohne Elektrizität.<sup>10</sup> Der Vorfall hätte zu einem vollständigen Zusammenbruch des europäischen Netzes führen können (Vonk et al. 2015). Ein weiteres Beispiel einer heiklen Stromsituation zeigte sich am 24. Januar 2017. An diesem kalten Wintertag gab es in Deutschland einen fast kompletten Ausfall der Solar- und Windproduktion («Dunkelflaute»). Weil die Wetterlage grossflächig dieselbe war und gleichzeitig Teile des französischen Kernenergieparks ausfielen, mussten sämtliche Nachbarstaaten ebenfalls Strom importieren. Ein Blackout konnte schliesslich durch Importe aus Skandinavien verhindert werden (Axpo 2017).

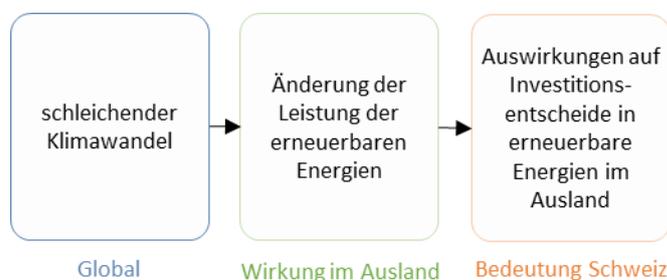
<sup>10</sup> Hauptursache dieses Ereignisses war menschliches Versagen (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview). Dennoch zeigt ein solches Ereignis, wie stark die Stromnetze miteinander verbunden sind und wie ein lokaler Vorfall in Kombination mit klimatischen Ereignissen zu Herausforderungen auch an anderen Orten führen kann.

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz ist über ihr Stromnetz mit den Nachbarländern und zum Teil auch mit dem übrigen Europa verbunden. Im Sommerhalbjahr wird netto Strom exportiert, vor allem nach Italien; im Winterhalbjahr wird Elektrizität netto importiert, vor allem aus Frankreich, Deutschland und Österreich (BFS 2017b).

Eine Strommangellage wurde im Risikobericht 2015 des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz als das grösste Risiko identifiziert (BABS 2015). Ein bis zu vier Tage dauernder Stromausfall in mehreren Kantonen (inklusive Grossagglomeration) würde die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit um etwa 1.6 Milliarden Schweizer Franken reduzieren und zu Vermögensschäden und Bewältigungskosten von 230 Millionen Schweizer Franken führen (BABS 2016). Ähnliche Kaskadeneffekte in einem anderen Land können wiederum Auswirkungen auf die Schweiz haben.

In den vergangenen Jahren war die Schweiz jedoch nicht von Blackouts betroffen (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview, Banfi et al. 2018 Interview). 2003 gab es im Süden der Schweiz wegen eines Unterbruchs in Italien ein Blackout, allerdings nicht wegen eines klimabedingten Ereignisses (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview). Die Schweiz hat grundsätzlich eine hohe Grenzkapazität, d.h. sie kann über verschiedene Leitungen Strom importieren. Die Schweiz wäre also nach Einschätzung des BFE erst bei einem flächendeckenden Blackout in den Nachbarländern betroffen (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview).

### 3. Chancen und Risiken aufgrund der erneuerbaren Energien

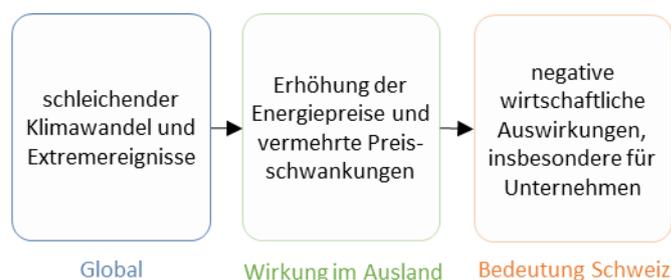


Weltweit werden die erneuerbaren Energien gefördert, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren. Erneuerbare Energien reagieren besonders empfindlich auf Klimaveränderungen - mit positiven oder negativen Konsequenzen. Bei Wasserkraftwerken wird eine Änderung der Leistung erwartet, da sich die Wasserverfügbarkeit ebenfalls ändern wird oder weil Extremereignisse häufiger werden. Allerdings können die Auswirkungen der Klimaveränderung auf die Wasserkraft sehr unterschiedlich ausfallen, je nach Saison, geographischer Lage, Einzugsgebiet oder Anlagentyp. Der Gesamteffekt auf die Produktion wird unterschiedlich eingeschätzt (Infras und Ecosens 2017, BAFU 2016). Bei der Solarenergie wird in manchen Gebieten eine niedrigere Leistung aufgrund z.B. höherer Temperaturen oder Veränderungen der Sonneneinstrahlung erwartet. Änderungen der Luftströme werden die Leistungen von Windkraft-

anlagen verändern oder auch die Infrastrukturen beschädigen können. Das Windenergiepotenzial in Nord- und Kontinentaleuropa, wie auch an grossen Teilen der Atlantikküste Europas, kann z.B. im Winter zunehmen und im Sommer abnehmen (Kovats et al. 2014). Allerdings können geeignete Anpassungsmassnahmen die damit verbundenen Risiken vermindern (siehe auch Vonk et al. 2015). Der erhöhte Anteil an einheimischer oder importierter erneuerbarer Energie kann die Netzstabilität beeinträchtigen und das Risiko für Unterbrüche erhöhen (Vonk et al. 2015). Neue erneuerbare Energieträger produzieren keine gleichmässige Bandenergie, und teilweise müssen sehr hohe Peaks, etwa von Windspitzen, abgefangen werden.

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz möchte im Rahmen ihrer Energiestrategie 2050 zum einen die Kernkraftwerke ersetzen, welche 33% der Stromproduktion ausmachen (BFE 2018). Andererseits soll der Anteil der erneuerbaren Energien erhöht werden. Schweizer Energieunternehmen tätigen bereits heute Investitionen in Anlagen in anderen europäischen Ländern zur Produktion von erneuerbarer Energie, insbesondere in Solar- und Windanlagen. Gemäss Axpo (2017) helfen solche Investitionen, u.a. auch die finanziellen Ertragsprobleme im Schweizer Produktionspark aufzufangen. Die Diversifikation ist bei solchen Investitionen relevant, um wetterbedingte Schwankungen auszugleichen (Banfi et al. 2018 Interview). Aufgrund der Fristigkeiten von 15-20 Jahren sind die Auswirkungen des Klimawandels bei diesen Investitionsentscheiden nach Einschätzung des EWZ noch wenig im Vordergrund (Banfi et al. 2018 Interview). Künftig könnte die Relevanz der klimabedingten Risiken für solche Investitionsentscheide zunehmen.

#### 4. Auswirkungen auf die Energiepreise in der Schweiz



Mehrere Faktoren wirken sich auf die Energiepreise aus, so auch klimabedingte Schäden an Raffinerien oder Unterbrüche in den Transportwegen fossiler Energieträger. Eine Verringerung der Stromerzeugung aufgrund des Ausfalls oder der Stilllegung von Kraftwerken in Europa wird zu einem Anstieg der Strompreise am Spotmarkt, auf welchem der Strom zur sofortigen Lieferung gehandelt wird, führen. Dies wird insbesondere wirtschaftliche Auswirkungen auf die Industrie haben, aber auch deren Nachfrage dämpfen und somit zu einem neuen Gleichgewicht

zwischen Angebot und Nachfrage beitragen (Vonk et al. 2015). Höhere Preise und Preisschwankungen sind in erster Linie eine wirtschaftliche Herausforderung. In einigen Ländern Europas wird auch über Energiearmut gesprochen, wobei die zentrale Ursache die Armut an sich ist.

*Relevanz für die Schweiz:* 2015 gaben Schweizer Haushalte im Durchschnitt weniger als drei Prozent des verfügbaren Einkommens für Energie und Treibstoff aus (BFS 2017c). Auch mit dem künftigen Klimawandel ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Bevölkerung der Schweiz langfristig von einem mangelnden Zugang zu Energieträgern betroffen sein wird. Zudem ist nach Einschätzung des BFE auch bei ärmeren Bevölkerungsschichten in der Schweiz die Energiearmut dank der Sozialversicherungswerke vernachlässigbar (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview).

Unternehmen müssen allerdings höhere Preise oder Preisschwankungen berücksichtigen. Klimabedingt könnten bspw. Lieferschwierigkeiten die Preise fossiler Energieträger ansteigen lassen. Falls dadurch der Preis für Kohle ansteigt, kann dies gemäss EWZ Auswirkungen auf die Strompreise in Deutschland haben. Und da sich der Schweizer Strompreis nach dem europäischen Strommarktpreis richtet, kann davon auch die Schweiz betroffen sein (Banfi et al. 2018 Interview). Der wichtigste Preistreiber sind jedoch nach Einschätzung des BFE geopolitische Ereignisse und allenfalls eine Unterinvestition in der Förderung (Gutzwiller und Jossen 2018 Interview).

### 5.3.3. Handlungsansätze

Im Folgenden werden mögliche Handlungsansätze für die Schweiz beleuchtet, die im Kontext Klimawandel und Energieversorgung diskutiert, weiterentwickelt und ergänzt werden können.

#### **Diversifikation und Klimaresilienz beim Import von Energie**

Die Energieversorgung ist Sache der Energiewirtschaft; Bund und Kantone sorgen für die Rahmenbedingungen, die erforderlich sind, damit die Energiewirtschaft diese Aufgabe im Gesamtinteresse optimal erfüllen kann (siehe Art. 6 Energiegesetz). Bei der Versorgung mit konventionellen Energieträgern wie Uran, Erdgas oder Erdöl müssen zunächst die privaten Akteure die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland analysieren und in ihren Lieferketten berücksichtigen. Wie auch bei anderen Gütern ist die Diversifikation eine gute Massnahme um Risiken zu minimieren. Beispielsweise ist die Diversifikation beim Transport von Erdgas gegeben, weil sowohl mehrere Pipelines vorhanden sind und es auch verflüssigt per Schiff transportiert werden kann. Bei der Elektrizität ist die Schweiz in das Europäische Netz eingebunden. Aufgrund der ausgebauten Infrastruktur besitzt die Schweiz nach Einschätzung des BFE eine hohe Grenzkapazität (Jossen und Gutzwiller 2018), weshalb der Import von Strom über verschiedene Leitungen möglich ist.

### **Berücksichtigung des Klimawandels bei künftigen Investitionsentscheiden**

Während es Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die erneuerbaren Energien gibt (Arent et al. 2014), gibt es beispielsweise noch wenig Informationen zum Einfluss des Klimawandels auf die Winde in Europa und ihren Einfluss auf Windparkanlagen. Auch sind Hochrechnungen schwierig, wie die unterschiedlichen Annahmen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Wasserkraftproduktion zeigen (Infras und Ecosens 2017). Grundsätzlich ist es wichtig, für ein bestimmtes Projekt die möglichen Konsequenzen des Klimawandels bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. Bei Investitionen in Wind- und Solaranlagen im Ausland wird es künftig wohl wichtiger, klimabedingte Risiken zu berücksichtigen.

### **Kritische Infrastruktur Energie**

Die Versorgung mit Energie ist essentiell für das Funktionieren der Wirtschaft und das Wohlergehen der Bevölkerung. Analysen der öffentlichen Hand zeigen, wie ein grossflächiger Stromausfall während einigen Tagen oder gar Wochen zu massiven Auswirkungen auf die Kommunikation, den Geldverkehr oder die Spitäler haben kann (BABS 2016). Entsprechend gehört «Energie» zu den kritischen Infrastrukturen der Schweiz. Die Strategie zum Schutz solcher Infrastrukturen hat der Bundesrat Ende letzten Jahres erneuert (siehe Kapitel 5.2.3 für weitere Ausführungen). Kommt es zu schweren Mangellagen (gemäss Art. 102 Bundesverfassung), kann die wirtschaftliche Landesversorgung Massnahmen ergreifen, wie beispielsweise die Freigabe der Pflichtlager mit Erdöl (siehe Kapitel 5.2.3 für weitere Ausführungen).

### **Förderung der europäischen Zusammenarbeit**

Die Strommärkte und die Strominfrastruktur der Schweiz ist seit Jahrzehnten eng mit denjenigen ihrer Nachbarstaaten verknüpft (DEA 2018). Dies trägt unter anderem zu einer sicheren Stromversorgung bei. Aktuell werden Verhandlungen mit der EU zu einem Stromabkommen geführt, um die Teilnahme der Schweiz am europäischen Strommarkt rechtlich zu regeln. Eine Einbettung in den europäischen Strommarkt soll die Versorgungssicherheit und die Netzstabilität erhöhen sowie die mögliche Funktion der Schweiz als Stromdrehscheibe sichern (DEA 2018). Diese engere Zusammenarbeit kann unter anderem auch zur Erhöhung der Kapazitäten und Redundanz beitragen und damit die Resilienz gegenüber klimabedingten Risiken erhöhen.

## **5.4. Finanzdienstleistungen**

### **5.4.1. Zusammenhang zwischen Klimawandel und Finanzdienstleistungen**

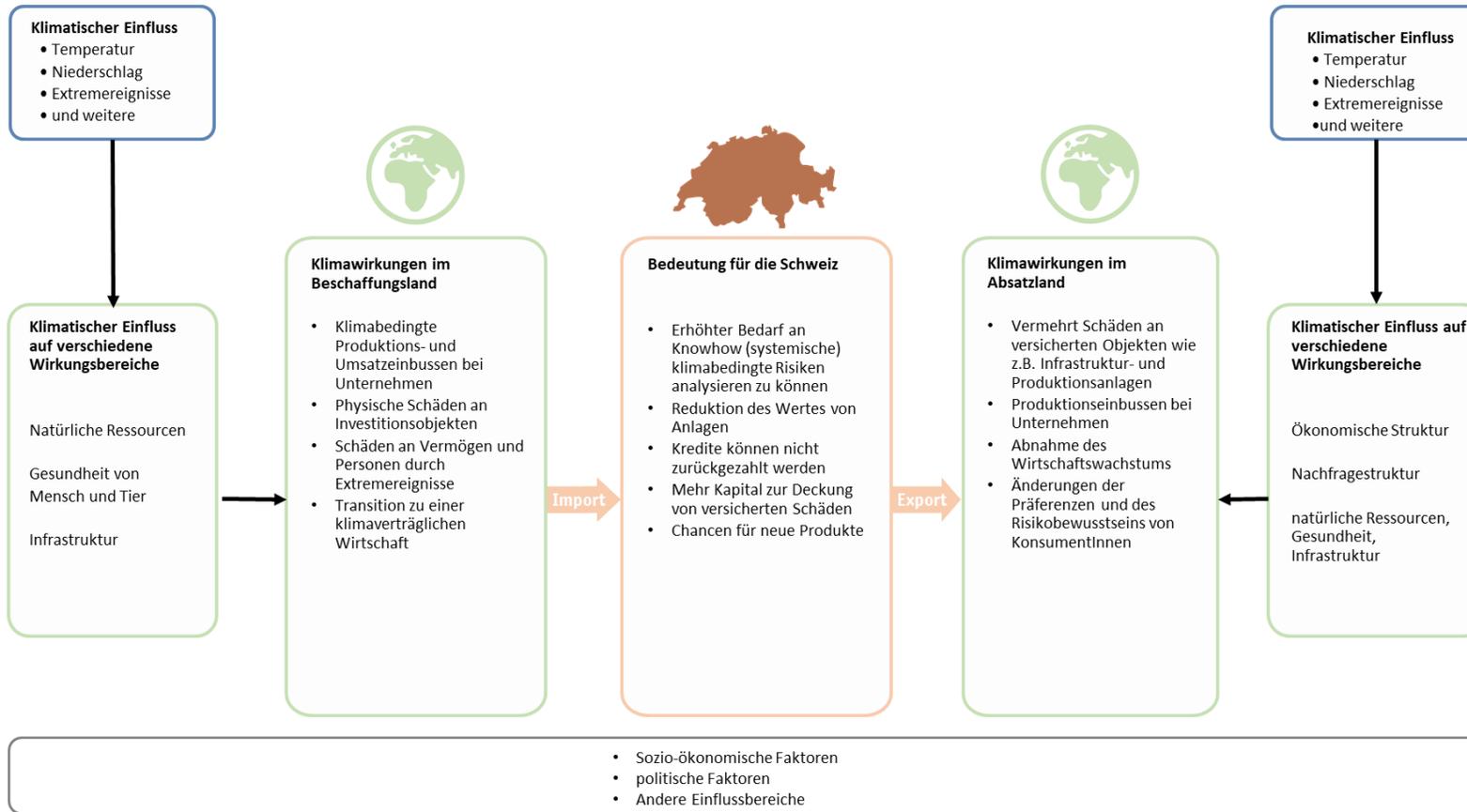
Der Finanzsektor ist zentral für moderne Volkswirtschaften. Dieser stellt einerseits Kapital für Gesellschaft und Wirtschaft zur Verfügung und übernimmt und diversifiziert andererseits Risi-

ken. Dies ist wichtig, da ansonsten wirtschaftliche Aktivitäten kaum stattfinden, Schäden verheerende oder gar existenzielle Konsequenzen für Einzelne wie für Organisationen haben können und ein wichtiges Element der sozialen Für- und Vorsorge fehlen würde (BAKBASEL 2013). Finanzdienstleistungen können in fünf Kategorien geteilt werden (Silver et al. 2010): Übertragen und Verteilen von Risiken, Zugang zu Kapital, Vermögensverwaltung, Vermittlungsdienstleistungen und Beratungsdienstleistungen. Diese werden unter anderem von Banken, Vermögensverwaltern, Ratingagenturen, Händlern, Versicherungen und Pensionskassen angeboten.

Das Finanzsystem ist globalisiert, die Interdependenzen sind gross. Dies hat die Finanzkrise von 2008 gezeigt, welche, ausgehend von einer Krise am US-Immobilienmarkt für zweitklassige Hypotheken, rasch auf andere geographische Orte und Sektoren übergriff (Leichenko et al. 2010). Ähnlich wie bei dieser Krise, bei der die zugrundeliegenden Faktoren zwar bekannt, aber nicht als signifikant eingeschätzt wurden, könnte auch der Effekt des Klimawandels unterschätzt werden (Government Office for Science 2011).

Abbildung 20 zeigt auf, wie die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auf die Finanzdienstleistungen der Schweiz beeinflussen können.

Abbildung 20: Einfluss Klimawandels auf die Finanzdienstleistungen



Grafik INFRAS.

Die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland können für Finanzdienstleistungen über Produktionseinbussen, veränderte Produktionsbedingungen, die Beeinträchtigung der Wirtschaftsentwicklung und veränderte Nachfragestruktur wirken. Beispielsweise kann Trockenheit den Zugang zu Wasser erschweren und damit die Betriebskosten erhöhen, wodurch sich die Renditen reduzieren (TCFD 2017). Unternehmen können Mühe bekommen, Kredite zurückzuzahlen, wenn sie hitzebedingte Produktionseinbussen verzeichnen (siehe auch Kapitel 5.1.1). Ein weiteres Beispiel sind Hochwasserschäden an Produktionsanlagen, welche durch Versicherungen gedeckt sind.

Im Vordergrund dieses Berichts stehen die physischen Schäden durch die Auswirkungen des Klimawandels (siehe Kapitel 1 und 2). Bezogen auf Finanzdienstleistungen handelt es sich beispielsweise um direkte Schäden an Vermögenswerten oder Auswirkungen auf die finanziellen Geschäftsergebnisse (TCFD 2017). Allerdings sind im Zusammenhang mit Finanzdienstleistungen auch Transitionsrisiken zentral. Die Transition hin zu einer klimafreundlichen Wirtschaft kann politische, rechtliche, technologische sowie Marktveränderungen umfassen, welche zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel beitragen sollen (TCFD 2017). Finanzielle Risiken können beispielsweise entstehen, wenn nicht in vermehrt nachgefragte erneuerbare Energien investiert wird.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Risiken aufgrund anderer Faktoren wie die konjunkturelle Entwicklung, das Vertrauen in die Finanzmärkte oder die Stabilität von Märkten grösser ausfallen als diejenigen des Klimawandels (Government Office for Science 2011; Döbeli 2018 Interview). Kurz- und mittelfristig ist der Finanzsektor gemäss IPCC weniger von den physikalischen Auswirkungen des Klimawandels betroffen, u.a. aufgrund der hohen globalen Mobilität des Kapitals sowie der Möglichkeit, mit neuen Produkten auf Risiken zu reagieren (Arent et al. 2014). Längerfristig stellen sich jedoch Fragen der Trag- und Diversifizierbarkeit von Risiken, insbesondere sollte das 2°C-Ziel verfehlt werden (Arent et al. 2014). Zudem verlangt die Transition hin zu einer emissionsarmen Wirtschaft in naher Zukunft Veränderungen mit disruptivem Charakter über verschiedenste Wirtschaftssektoren und Industrien hinweg, weshalb die Task Force on Climate-related Financial Disclosures Transitionsrisiken für Finanzakteure bereits heute als relevant erachtet (TCFD 2017).

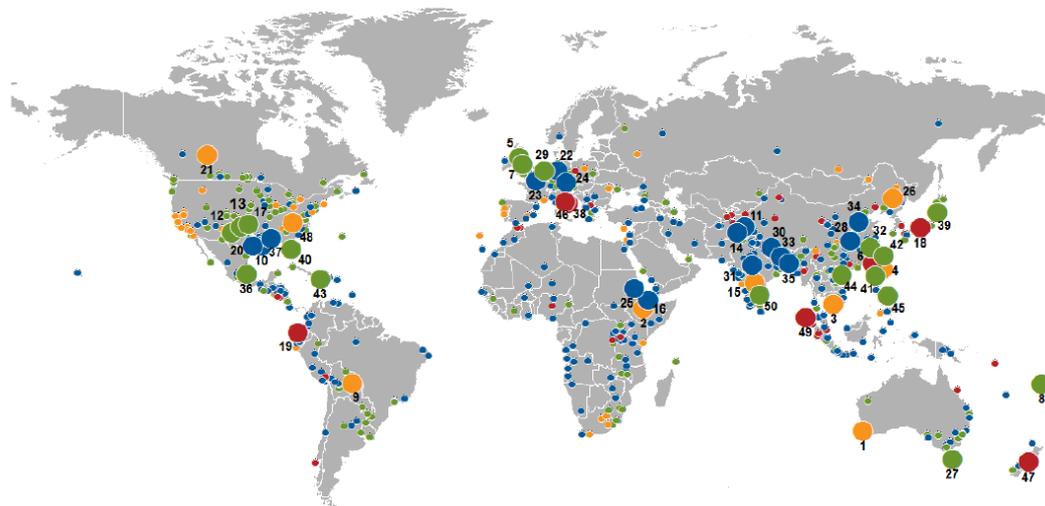
### **Zunahme der Schäden durch Naturkatastrophen**

Im Zusammenhang zwischen Klimawandel und Finanzdienstleistungen ist die Quantifizierung der Kosten physikalischer Schäden durch Naturkatastrophen von Interesse. In den letzten Jahrzehnten haben sowohl die Anzahl der Schadenereignisse als auch die Schadenskosten weltweit zugenommen. Für das Jahr 2016 wurden 750 relevante Naturkatastrophen gezählt (siehe Abbildung 21), deutlich mehr als im Mittel der vergangenen zehn bzw. 40 Jahre (Munich Re 2017).

10% entfielen auf Extremtemperaturen, Dürren oder Waldbrand, 21% auf Stürme, 54% auf Überschwemmungen oder Massenbewegungen und 15% auf Erdbeben, Tsunami oder vulkanische Aktivitäten.

Im 2016 betrug die Höhe des wirtschaftlichen Schadens infolge von Naturkatastrophen rund 166 Milliarden US-Dollar (Swiss Re 2017). Die Schäden in der Vergangenheit nahmen nicht primär aufgrund einer klimabedingter Zunahme von Extremereignissen zu, sondern aufgrund der höheren Konzentration von Personen und Vermögen an exponierten Standorten (Arent et al. 2014). Doch dürfte der Einfluss des Klimawandels in der Zukunft zunehmen (GFDRR 2016, Forzieri et al. 2015).

**Abbildung 21: Weltweite Schadenereignisse 2016**



Legende: Rot=Geophysikalische Ereignisse: Erdbeben, Tsunami, vulkanische Aktivitäten; Grün=Meteorologische Ereignisse: Tropischer Sturm, aussertropischer Sturm, konvektiver Sturm, lokaler Sturm; Blau=Hydrologische Ereignisse: Überschwemmung, Massenbewegung; Orange=Klimatologische Ereignisse: Extremtemperaturen, Dürren, Waldbrand. Insgesamt abgebildet sind 750 Schadenereignisse, nummeriert sind die 50 bedeutendsten Ereignisse.

Quelle: Munich Re 2017

#### 5.4.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzdienstleistungen der Schweiz

Der Finanzplatz Schweiz ist als Standort für die grenzüberschreitende Verwaltung privater Vermögenswerte weltweit führend.<sup>11</sup> Der globale Marktanteil beträgt rund 25%, und gemäss Prognosen dürfte die Schweiz bis 2020 auch das führende Zentrum bleiben (SIF 2017b). Von den in der Schweiz verwalteten Vermögen stammen fast 50% aus dem Ausland (Schweizerische Ban-

<sup>11</sup> Grenzüberschreitendes Vermögen ist definiert als Privatvermögen, das in einem Land verwaltet wird, in dem der Haushalt nicht ansässig ist.

kierversicherung 2017). Die Schweiz beherbergt zudem einen der zehn grössten Versicherungsmärkte Europas. Sie belegt mit 61.3 Milliarden US-Dollar Prämienvolumen im Jahr 2015 zusammen mit Spanien den Rang 6. Zürich (Rang 9) und Genf (Rang 15) befinden sich gemäss dem Global Financial Centres Index auch im Jahr 2017 unter den Top Finanzzentren der Welt (Yeandle 2017).

Der Beitrag des Finanzstandorts zum Bruttoinlandprodukt der Schweiz beträgt 9.4% (2016), dabei entfallen 31'766 Millionen Schweizer Franken auf Finanzdienstleistungen und 29'084 Millionen Schweizer Franken auf Versicherungsdienstleistungen (SIF 2017a).<sup>12</sup> Während Luxemburg mit 27.5% einen deutlich höheren Anteil ausweist, so leistet der Finanzstandort Schweiz im internationalen Vergleich dennoch einen relativ hohen Anteil an das BIP bei (bspw. USA: 7.2%, UK: 7.4%, Deutschland: 3.9%). Gleichzeitig ist der Anteil des Finanzsektors am Bruttoinlandprodukt so tief wie noch nie seit 1995 (SIF 2017c). Das direkte Steueraufkommen aus dem Finanzstandort beträgt 8.9% des Gesamtsteueraufkommens 2014 von Bund, Kantonen und Gemeinden.<sup>13</sup>

Wirken sich die Folgen des Klimawandels auf den Finanzsektor aus, ist dies für die Schweiz mit ihrem bedeutenden Finanzstandort von hoher Relevanz. Im Folgenden werden die wichtigsten Wirkungsketten aufgeführt, über welche der globale Klimawandel und seine Auswirkungen im Ausland auch Auswirkungen auf die Finanzdienstleistungen der Schweiz haben können.

#### Übersicht Wirkungsketten

- 1) Physische Risiken für Vermögensinhaber, -verwalter und Banken
- 2) Transitionsrisiken für Vermögensinhaber, -verwalter und Banken
- 3) Klimabedingte Risiken für Versicherungen
- 4) Systemische Risiken für gesamte Unternehmen und Märkte aufgrund klimabedingter Auswirkungen

#### 1. Physische Risiken für Vermögensinhaber, -verwalter und Banken



<sup>12</sup> BIP Schweiz 2016: 650'087 Millionen Schweizer Franken

<sup>13</sup> Steuern auf Einkommen und Vermögen (Bund, Kantone und Gemeinden) 2014: 80'528 Millionen Schweizer Franken.

Klimabedingte physische Schäden gibt es bereits heute und wirken sich schon heute negativ auf Unternehmen aus (Döbeli 2018 Interview, Arni 2018 Interview). Geschmälerete Renditen, Schäden an Investitionen und Unfähigkeit Kredite zurückzubezahlen können wiederum Auswirkungen auf die Finanzwirtschaft haben.

Einige Akteure der Finanzbranche berücksichtigen klimabedingte Risiken schon, weil sich beispielsweise häufigere Extremereignisse negativ auf die Aktien von betroffenen Unternehmen auswirken können (Arni 2018). Dies tun allerdings nicht alle und oft nicht in genügendem Ausmass (Cambridge Centre for Sustainable Finance 2016, NCFE et al. 2017). Viele Akteure schätzen die Auswirkungen des Klimawandels als etwas in der fernen Zukunft Liegendes ein und damit als nicht relevant für ihre täglichen Entscheide (TCFD 2017, Mercer 2015). Während der Zeithorizont von Klimaszenarien oft mehrere Jahrzehnte beträgt, umfasst derjenige von Finanzministerien normalerweise vier Jahre und derjenige der Finanzindustrie maximal ein Jahr, rapportiert wird vielerorts bekanntlich vierteljährlich (siehe auch 2° investing initiative und Generation Foundation 2015). Infrastrukturinvestitionen, deren Investitionshorizont durchaus im dekadischen Bereich liegt, bilden eine Ausnahme, doch sind Renditeüberlegungen auch da oft kürzer angelegt.

Die Risiken können je nach Akteur, Sektor und Art der Investition unterschiedlich ausfallen. Vermögensverwalter bzw. die Asset Manager müssen sich der klimabedingten Risiken der Investitionen zwar bewusst sein, diese werden jedoch anschliessend von den KundInnen getragen (Döbeli 2018 Interview, Arni 2018 Interview). Entsprechend zentral wäre die vollständige Information der KundInnen durch die Vermögensverwalter über die in ihre Entscheide einbezogenen Faktoren und Risiken, inklusive der klimabedingten Risiken (DG Justice and Consumers 2016). Während der Aktien- und Devisenhandel die Risiken ebenfalls abwälzen kann, so ist der Rohstoffhandel direkter mit den physischen Auswirkungen des Klimawandels konfrontiert (Döbeli 2018 Interview). Bei der Kreditvergabe trägt das Finanzdienstleistungsunternehmen selber auch Risiken, wenn die Kredite wegen klimabedingter Schäden nicht oder nicht vollumfänglich zurückbezahlt werden können. Allerdings beginnen Finanzinstitute erst damit, die physischen Klimarisiken in ihren Kreditportfolios zu analysieren (Acclimatise 2018). Für die Kreditvergabe sind zudem die Bonitätsratings relevant. Diese werden in Zukunft an Bedeutung zunehmen (Döbeli 2018 Interview, Arni 2018 Interview). Gemäss einer Studie von S&P wird der Klimawandel den Einfluss von Naturgefahren auf die Bonität bis 2050 um durchschnittlich 25% anheben (S&P 2015). Moody's Investors Service hat im Dezember 2017 eine Warnung an die Küstenstaaten und -gemeinden der USA herausgegeben, dergestalt, dass sie die guten Bonitätsbewertungen und damit ihren Zugang zu günstigen Krediten verlieren würden, wenn sie sich nicht auf

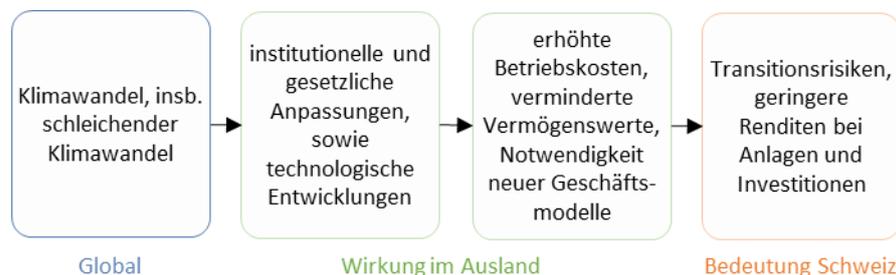
die Auswirkungen des Klimawandels vorbereiteten (Moody's 2017). Aufgrund der unterschiedlichen Risiken je Akteur, Sektor und Art der Investition ist für die Abschätzung der klimabedingten Risiken eines Unternehmens das jeweilige Business Modell zentral.

*Relevanz für die Schweiz:* 2017 exportierte die Schweiz Finanzdienstleistungen im Umfang von 20 Milliarden Schweizer Franken (SNB 2018). Auch wenn diese gegenüber 2007 deutlich tiefer ausfallen, sind Finanzdienstleistungen heute noch die bedeutendste Komponente aller Dienstleistungsexporte und tragen wesentlich zum gesamten Leistungsbilanzüberschuss bei. Ein Teil dieser exportierten Finanzdienstleistungen kann negativ von den physischen Klimarisiken im Ausland betroffen sein.

Die Schweizer Banken sind in der Schweiz Universalbanken, im Ausland aber vor allem Vermögensverwalter (Döbeli 2018 Interview, Arni 2018 Interview). Allerdings ist auch der Anteil Kredite im Ausland nicht zu unterschätzen und beträgt 2017 im Fall der Credit Suisse 43.7% des gesamten Kreditvergabegeschäfts (Credit Suisse 2018). Andere Akteure wie HSBC und Citi Group vergeben jedoch weltweit mehr Kredite und sind folglich eher von klimabedingten physischen Risiken im Ausland betroffen (Arni 2018 Interview). Bei Krediten ist die Laufzeit relevant, da sich klimabedingte Risiken entweder in der besagten Zeit nicht manifestieren oder bei der Erneuerung eines Kredites neu berechnet werden können.

Für Schweizer und andere Finanzdienstleister ist die Möglichkeit zur Versicherung der Unternehmensaktivitäten relevant. Dies betrifft verschiedene Risiken, inklusive der physischen Risiken an eigenen Vermögenswerten. Beispielsweise hat die UBS den Hurrikan Sandy in New York dank einer guten Versicherungsdeckung gut überstanden (Arni 2018 Interview).

## 2. Transitionsrisiken für Vermögensinhaber, -verwalter und Banken



Banken und Investoren weltweit müssen analysieren, welche Auswirkungen durch die Transition hin zu einer emissionsarmen Wirtschaft entstehen (Cambridge Centre for Sustainable Finance 2016). Technische Entwicklungen und Innovationen für eine klimafreundliche Wirtschaft und Gesellschaft sowie Anpassungen an den Klimawandel können signifikante Auswirkungen haben. Veränderungen mit möglicherweise disruptivem Charakter haben je nach Sektor, Unternehmen oder Technologie unterschiedliche Auswirkungen, was bei Investitionen berücksichtigt

werden muss (TCFD 2017). Weltweit werden auch neue Regulierungen und weitere politische Massnahmen eingeführt, beispielsweise zur Förderung erneuerbarer Energien oder zu Vorschriften für den Finanzsektor (Surminski et al. 2016). Solche regulatorischen Neuerungen können u.a. Betriebskosten erhöhen, Vermögenswerte mindern oder gar Geschäftsmodelle torpedieren (TCFD 2017).

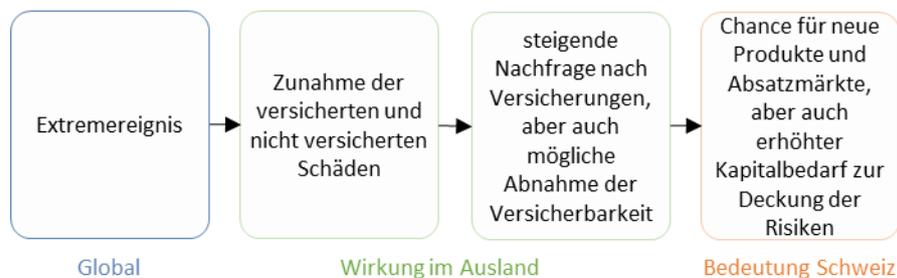
Die Reputation ist strategisch wichtig für ein Unternehmen. Der Klimawandel kann die Haltung von KundInnen oder der Gesellschaft als Ganzes gegenüber bestimmten Investitionen und Unternehmen verändern (Stenek et al. 2010; Mercer 2015). In den letzten Jahren haben zudem die klimabezogenen Gerichtsfälle weltweit zugenommen, und es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend fortsetzt, wenn die klimabedingten Verluste und Schäden zunehmen (TCFD 2017). Bereits heute müssen gewisse Unternehmen mehr Rückstellungen für potentielle Bussen und Prozesskosten machen - mit entsprechenden Auswirkungen auf die Unternehmensergebnisse.

*Relevanz für die Schweiz:* Für Schweizer und andere Finanzdienstleister haben die Transitionsrisiken zurzeit Priorität gegenüber physischen Risiken (Döbeli 2018 Interview, Arni 2018 Interview). Gründe dafür sind, dass die Risiken erst gar nicht entstehen sollen. Zudem soll ein Beitrag geleistet werden zu einer klimaverträglichen Wirtschaft (Arni 2018 Interview). Schliesslich bietet die Berücksichtigung der möglichen Entwicklungen hin zu einer klimaverträglichen Wirtschaft auch Chancen für die Finanzdienstleister, neue Produkte zu lancieren und einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen.

Transitionsrisiken werden von einigen Schweizer und anderen Akteuren bereits heute zum Teil berücksichtigt. So schliesst die Pensionskasse Publica beispielsweise Kohleproduzenten aus den Aktien- und Unternehmensanleihen-Portfolios aus (Publica 2018), oder Swiss Re bietet KundInnen, die mehr als 30% Exponierung in der Kohle haben, ihre Dienstleistungen nicht mehr an (Swiss Re 2018a). Weiter arbeiten Akteure des Schweizer Finanzplatzes im Rahmen der Task Force on Climate Related Financial Disclosure (TCFD) daran, die klimabedingten Risiken durch Transparenz sichtbar zu machen. Dadurch können die Risiken auf den Markt gebracht werden (Gerber und Barnetta 2018 Interview).

Basierend auf den Empfehlungen der TCFD (2018) haben das BAFU und das SIF 2017 einen szenariobasierten Pilottest zur Analyse der Klimaverträglichkeit von Finanzportfolien initiiert (SIF 2017c, BAFU 2017). 79 Pensionskassen und Versicherungen, welche gemessen an den verwalteten Vermögen rund zwei Drittel des Gesamtmarkts abdecken, haben teilgenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass die heutigen Investitionen eher einen Zielpfad von 4-6 Grad Celsius unterstützen. Allerdings gibt es grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Versicherungen und Pensionskassen (2°Investing Initiative 2017).

### 3. Klimabedingte Risiken für Versicherungen



Versicherungen stellen Kapital zur Deckung von Schäden zur Verfügung, indem künftige Schadenszahlungen durch Prämieinnahmen vorfinanziert werden. Zentrales Element dafür ist die Versicherbarkeit (Müller et al. 2016; Bresch et al. 2017). Diese kann durch den Klimawandel insbesondere durch Veränderungen der Häufigkeit, aber auch Dauer und Intensität von Naturgefahren beeinflusst werden.<sup>14</sup> Die Herausforderung besteht darin, bezahlbare Prämien anbieten zu können und gleichzeitig mehr Kapital zur Deckung der Risiken zu hinterlegen (Arent et al. 2014). Gemäss IPCC werden in Zukunft Schäden und Todesfälle weiter zunehmen, beispielsweise infolge häufigerer Überschwemmungen in verschiedenen Regionen der Welt oder tropischer Zyklone in Küstenregionen (Arent et al. 2014).

2004 entschied der US Versicherer Allstate, die Versicherung von 95'000 Eigenheimbesitzern in Florida nicht zu erneuern, weil vier Hurrikane im selben Jahr den Staat getroffen hatten (Stenek et al. 2010). Das Unternehmen hielt fest, dass «der Klimawandel sie dazu gezwungen habe»<sup>15</sup>, viele Versicherungen in den Golfküstenstaaten zu kündigen oder nicht zu erneuern. Andere Versicherungen mussten gar Insolvenz anmelden. In jener Hurrikan-Saison überstiegen die Verluste aller Versicherer von Eigenheimbesitzern in Florida die Einnahmen um 31% (Arent et al. 2014). Die führenden globalen Rückversicherer hatten wiederholt gewarnt, dass die Prämien für Hurrikandeckungen nicht nachhaltig seien, drangen am US-Markt jedoch nicht durch.

Die Flutwellen 2011 in Thailand (siehe Kapitel 5.1.2) haben direkte Schäden an physischen Vermögenswerten von 21 Milliarden US-Dollar verursacht (RSA und WWF-UK 2014). 12 Milliarden US-Dollar bzw. 70% der versicherten Schäden wurden durch ausländische Versicherungen gedeckt; 2.2 Milliarden US-Dollar alleine durch Lloyd's in London.

<sup>14</sup> Einerseits können dadurch gewisse Ereignisse sehr häufig werden und damit nicht mehr versicherbar, andererseits können heute sehr seltene, nicht schätzbare Ereignisse häufiger und damit schätz- und versicherbar werden (Müller et al. 2016, S. 140).

<sup>15</sup> Hierfür scheint es aber keine Belege zu geben. Vermutlich hatte das Unternehmen – wie auch andere – falsch kalkuliert und während vieler Jahre zu tiefe Prämien verlangt.

Zur Deckung der versicherten Schäden benötigen Versicherungen genügend Kapital. Entsprechend legen sie ihr Vermögen an und dabei bestehen die weiter oben bereits beschriebenen physischen Risiken und Transitionsrisiken. So berücksichtigt beispielsweise die Swiss Re klimabedingte Risiken in ihren Investitionsentscheiden (Swiss Re 2018b).

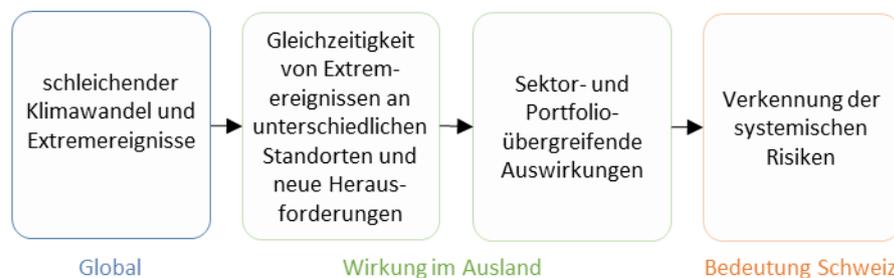
*Relevanz für die Schweiz:* 2017 exportierte die Schweiz Versicherungsdienstleistungen im Umfang von 8 Milliarden Schweizer Franken, was 6.8% aller Dienstleistungsexporte entspricht (SNB 2018). Zudem tragen die Versicherungsdienstleistungen zum Leistungsbilanzüberschuss der Schweiz bei. Die Schweizer Versicherungen sind global tätig, decken folglich Risiken weltweit ab (Döbeli 2018 Interview).

Die Berechnung der Risiken, auch der klimabedingten Risiken, gehört zum Kerngeschäft von Versicherungen. Diese können auf steigende Risiken mit Anpassungen der Versicherungsprämien reagieren und damit grundsätzlich auch mit neuen Herausforderungen wie klimabedingten steigenden Schadenssummen umgehen (Müller et al. 2016). Eine Herausforderung für Versicherungen allgemein und in der Schweiz stellt allerdings die Granularität der Modelle dar. Während heutige Klimamodelle zu globalen Durchschnittswerten wie Temperaturen belastbare Aussagen machen können, sind Aussagen über regionale und lokale Extremereignisse – wie zum Beispiel für Europäische Winterstürme oder Hagelgewitter – noch kaum möglich (Müller et al. 2016). Zudem stellt sich bei einer Häufung von Extremereignissen auch die Frage der Versicherbarkeit.<sup>16</sup> Für Schweizer Versicherungen bieten sich aufgrund einer potenziell steigenden Nachfrage nach Versicherungen aber auch Chancen, etwa für die Lancierung neuer Produkte (Döbeli 2018 Interview).

Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene herausfordernd ist, wenn Prämien nicht mehr erschwinglich sind oder Versicherungen aus einem Markt austreten. Dadurch könnten gewisse Tätigkeiten von Schweizer Unternehmen im Ausland nicht mehr versicherbar sein und Unternehmen Mühe haben, Kredite zu erhalten (Government Office for Science 2011).

<sup>16</sup> Damit ein Risiko versichert werden kann, müssen folgende Merkmale gewährleistet sein: Gegenseitigkeit: Versicherungsnehmer und Versicherer bilden eine Gemeinschaft und teilen die Risiken zu wirtschaftlichen und fairen Bedingungen; Zufälligkeit: Zeitpunkt und bestimmter Ort eines Ereignisses ist nicht vorhersehbar; Schätzbarkeit: Häufigkeit und Ausmass von Schaden sind quantifizierbar; Wirtschaftlichkeit: Prämien decken die erwarteten Schadenskosten sowie Abschluss- und Verwaltungskosten des Geschäfts (Müller et al. 2016).

#### 4. Systemische Risiken für gesamte Unternehmen und Märkte aufgrund klimabedingter Auswirkungen



Der negativen Auswirkungen des Klimawandels haben das Potenzial, die Finanzstabilität und unser Wirtschaftssystem als Ganzes zu gefährden (NCFA 2017). Aufgrund des Ausmasses der Auswirkungen auf der ganzen Welt wirkt sich der Klimawandel potenziell sektor- und portfolioübergreifend aus und ist damit potenziell ein systemisches Risiko für das gesamte Finanzsystem. Der Klimawandel dürfte in vielen Fällen zu neuen Herausforderungen führen, welche mit aktuellen Analysemethoden, welche auf vergangenen Daten basieren, nicht erkannt werden. Zudem kann der Klimawandel auch dahingehend systemisch wirken, als die Abhängigkeit bisher weitgehend unabhängiger Gefahren zunehmen könnte, so etwa die Aktivität tropischer Zyklonen in verschiedenen Ozeanbecken oder die Abfolge von Ereignissen, wie z.B. Dürre gefolgt von Überschwemmungen (sog. compound events, Zscheischler et al. 2018).

Finanzdienstleister sollten diese Risiken in ihren Risikoüberlegungen berücksichtigen, was aber noch zu wenig getan wird (Government Office for Science 2011; NCFA 2017). Viele der heutigen Analysen fokussieren auf einzelne Transaktionen, Klienten oder bestimmte Sektoren, ohne dass sektor- oder portfolioübergreifende Auswirkungen berücksichtigt werden (KPMG 2015). Dadurch können zu tiefe Versicherungspolicen angeboten oder Risiken für gewisse Investitionsentscheide nicht erkannt werden. Eine Gesamtsicht aller Risiken inkl. versicherter Risiken zu erhalten ist schwierig, weshalb diese oft nicht existiert.

Aktuell gibt es verschiedene Initiativen, welche zu einer Verbesserung des Verständnisses bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf Finanzdienstleistungen beitragen sollen. Beispielsweise trägt TCFD dazu bei, die Informationen über klimabedingte Risiken zu verbessern. Im Frühling 2018 haben sich einige Zentralbanken<sup>17</sup> dazu ausgetauscht. Dabei wurde die Bedeutung von zukunftsgerichteten Stresstests unterstrichen sowie die Notwendigkeit, das Finanzsystem als Ganzes fit zu machen für die Transition hin zu einer klimakompatiblen Wirtschaft (Financial Times 2018).

<sup>17</sup> Die Schweizerische Nationalbank hat an diesem Austausch nicht teilgenommen.

*Relevanz für die Schweiz:* Aufgrund der zentralen Bedeutung des Finanzsystems für die Schweiz ist ein besseres Verständnis der möglichen Auswirkungen auf Schweizer Finanzdienstleister sowie die Stabilität des gesamten Systems zentral. Bisher führen aber nur wenige Schweizer Banken sektor- und portfolioübergreifende Klima-Stresstests durch, so etwa die UBS. Beispielsweise hat die UBS in einem Klima-Stresstest ihr Real Estate Portfolio in den USA überprüft und in einem anderen Test untersucht, wie sich klimabedingte Extremereignisse gleichzeitig an mehreren Orten weltweit auf die Bilanz des Gesamtunternehmens auswirken. Dadurch wurde unter anderem auch das Business-Modell einer weltweiten Diversifizierung der Geschäftstätigkeiten bestätigt (Arni 2018 Interview).

Ein besseres Verständnis des Systemrisikos Klimawandel für das Finanzsystem ist aber auch für die öffentliche Hand von Interesse. Es gibt verschiedene Interpellationen und Parlamentarische Initiativen im nationalen Parlament, welche eine aktivere Rolle des Finanzsektors, der Nationalbank oder der Finanzmarktaufsicht FINMA fordern (siehe Zusammenstellung auf BAFU 2017). Beispielsweise wird vorgeschlagen, dass die FINMA die Auswirkungen von Klimarisiken auf die Finanzmarktstabilität analysieren und notwendige Massnahmen einleiten soll. Der Bundesrat vertritt jedoch die Meinung, dass die FINMA die relevanten Risikofaktoren für den Finanzmarkt bereits genügend berücksichtigt und dass kein unmittelbarer Bedarf besteht, auf Klimarisiken beschränkte Stresstests durchzuführen (IP 17.3915).

### 5.4.3. Handlungsansätze

Im Folgenden werden mögliche Handlungsansätze für die Schweiz beleuchtet, die im Kontext der Auswirkungen des Klimawandels auf Finanzdienstleistungen diskutiert, weiterentwickelt und ergänzt werden können.

#### **Vorreiterrolle Versicherungsindustrie**

Versicherungen geben dem Risiko einen Preis. Die Versicherungen sind somit prädestiniert, im Umgang mit dem Klimawandel eine wichtige und aktive Rolle zu spielen. Sie sind darauf angewiesen, bestehende aber auch neue Risiken frühzeitig zu erkennen und zu verstehen. Es gibt zudem Versicherungen, welche Anreize für Anpassungsmassnahmen wie Hochwasserschutz, Zonenplanung oder angepasste Bauvorschriften bieten, was zu tieferen Prämien führt (Müller et al. 2016). Das Knowhow der Schweiz könnte noch breiter genutzt und insbesondere im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit (bspw. Mikroversicherungen für arme Bevölkerungsgruppen) intensiviert werden. Zudem könnten der private und öffentliche Sektor vermehrt zusammenarbeiten, um gemeinsam ein Verständnis der Risiken zu entwickeln und Massnahmen zu identifizieren (Vonk et al. 2015). Die fein austarierte Arbeitsteilung zwischen privaten und öffentlichen Versicherern in der Schweiz, insbesondere das Prinzip der doppelten Solidarität

(zwischen den Versicherten wie den Versicherern untereinander), könnte durchaus auch Modellcharakter für Lösungen im Ausland haben (SVV 2011).

### **Risiken besser verstehen**

Private Akteure wie auch die öffentliche Hand müssen die Risiken noch besser verstehen, welche aus dem Klimawandel für Finanzdienstleistungen entstehen (Government Office for Science 2011, TCFD 2017). Diese müssen berücksichtigt werden, sei dies bei den Berechnungen der Versicherungsprämien, den Kreditvergaben, den Anlagen- und Investitionsentscheiden oder in der Produkteentwicklung.

Einen Beitrag leisten die bereits von verschiedenen Akteuren durchgeführten Stresstests. Diese sollten weiter verbessert werden, insbesondere die Genauigkeit der Informationen (Arni 2018 Interview). Die Anwendung durch weitere Akteure des Schweizer Finanzplatzes wäre wichtig. Hier bietet sich die Zusammenarbeit mit der öffentlichen Hand an, welche die Durchführung solcher Stresstests, Datenaufbereitung und Diskussionen unterstützen kann (Döbeli 2018 Interview).

Während der Bundesrat der Meinung ist, dass Klima-Stresstests primär durch die Finanzinstitute selber durchgeführt werden sollen (IP 17.3915), so scheint eine aktivere Rolle der FINMA dennoch prüfenswert. Beispielsweise könnte eine Erweiterung des Schweizer Solvenztests durch die FINMA einen Beitrag zu einem besseren Verständnis der systemischen Risiken und einem stabilen Finanzmarkt leisten. In einem Bericht des Europäischen Ausschusses für Systemrisiken, welche das Finanzsystem der EU überwachen und Systemrisiken vorbeugen bzw. begrenzen soll, wird vorgeschlagen, dass nicht nur der Ausschuss selber, sondern mittelfristig auch Regulierungsbehörden die Durchführung spezifischer Klimastresstests zur Identifikation von Systemrisiken prüfen sollten (ESRB 2016).

Neben den Stresstests können auch weitere Massnahmen getroffen werden, die helfen Wissenslücken zu schliessen, von guten Beispielen zu lernen und die Transparenz zu fördern. Die Schweiz unterstützt bereits heute nationale und internationale Initiativen, welche die Auswirkungen des Klimawandels auf Investitionen und Finanzierungen analysiert (BAFU 2017, SIF 2017c). Dazu gehören Arbeiten der G20 zum Thema Grüne Wirtschaft und zur Rolle der Versicherung (Bresch et al. 2017), die Taskforce on Climate-related Disclosure des Financial Stability Boards (TCFD<sup>18</sup>), die Entwicklung eines internationalen ISO Standards (14097) zur Messung der Klimaverträglichkeit von Finanzportfolien oder die UNEP Inquiry: Design of a Sustainable Financial System<sup>19</sup>. 2014 wurde Swiss Sustainable Finance (SSF) gegründet, die über 90 Mitglieder

---

<sup>18</sup> <https://www.fsb-tcfd.org>

<sup>19</sup> <http://web.unep.org/inquiry>

aus der Finanzindustrie, dem öffentlichen Sektor, Universitäten etc. vereinigt und die Nachhaltigkeit im Finanzbereich fördert (SSF 2017). Diese Bestrebungen von öffentlicher und privater Hand auf nationaler und internationaler Ebene sollten weiterverfolgt und intensiviert werden.

### **Beitrag des Finanzsektors an die globalen Emissionsminderungen**

Die Akteure des Finanzsektors sollen nicht nur die Klimarisiken besser verstehen und in ihren Aktivitäten berücksichtigen, sie können auch einen aktiven Beitrag dazu leisten, diese Risiken durch Mitigationsmassnahmen möglichst gering zu halten. Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Finanzmarkt Schweiz werden deutlich geringer ausfallen, wenn die globale mittlere Erderwärmung maximal 2°C beträgt anstatt 4°C. Da heutige Investitionsentscheide beispielsweise zur Energieversorgung mitentscheidend dafür sind, wie viele Treibhausgase emittiert werden, ist auch der Finanzsektor gefordert, einen Beitrag zur Mitigation zu leisten (siehe auch OECD 2017). Gemäss Klima Allianz (2016) verursachen die vom Schweizer Finanzplatz gesteuerten Aktivitäten ein Zwanzigfaches der einheimischen Emissionen – damit ist der Schweizer Finanzplatz an sechster Stelle nach den fünf Ländern mit den höchsten Emissionen.

Im März 2018 hat die EU einen Aktionsplan für die Finanzierung eines nachhaltigen Wachstums verabschiedet (EC 2018). In diesem wird ebenfalls die wichtige Rolle des Finanzsystems unterstrichen. Die EU arbeitet nun an der Konkretisierung und an Massnahmen zur Umsetzung des Aktionsplanes. Der Bund analysiert im Moment den Aktionsplan und tauscht sich mit den Stakeholdern dazu aus. (Gerber und Barnetta 2018 Interview).

Einige der oben genannten nationalen und internationalen Initiativen helfen nicht nur, die Risiken aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels besser zu verstehen, sondern auch den Beitrag des Finanzsektors an die globalen Emissionsminderungen zu analysieren (bspw. UNEP Inquiry). Auch die weiter oben bereits genannten Pilottests, welche das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und das Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF) zur Analyse der Klimaverträglichkeit von Finanzportfolien 2017 initiiert haben, können nicht nur als Startpunkt für vertiefte Risikoanalysen, sondern auch als Basis für die klimaverträglichere Ausrichtung der Portfolien dienen.

## **5.5. Sicherheit<sup>20</sup>**

### **5.5.1. Zusammenhang zwischen Klimawandel und Sicherheit**

Der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Sicherheit erhält zunehmend Aufmerksamkeit, sowohl in der Wissenschaft als auch in der Politik. Der UNO Sicherheitsrat setzte das Thema im

---

<sup>20</sup> Das Kapitel Sicherheit basiert auf dem von INFRAS für die Abteilung Sektorielle Aussenpolitiken des EDA erstellten Berichts «Relevanz des Klimawandels für die Schweizer Sicherheitspolitik – Herausforderungen und mögliche Handlungsfelder» vom 20. Februar 2018 (siehe Kohli et al. 2018).

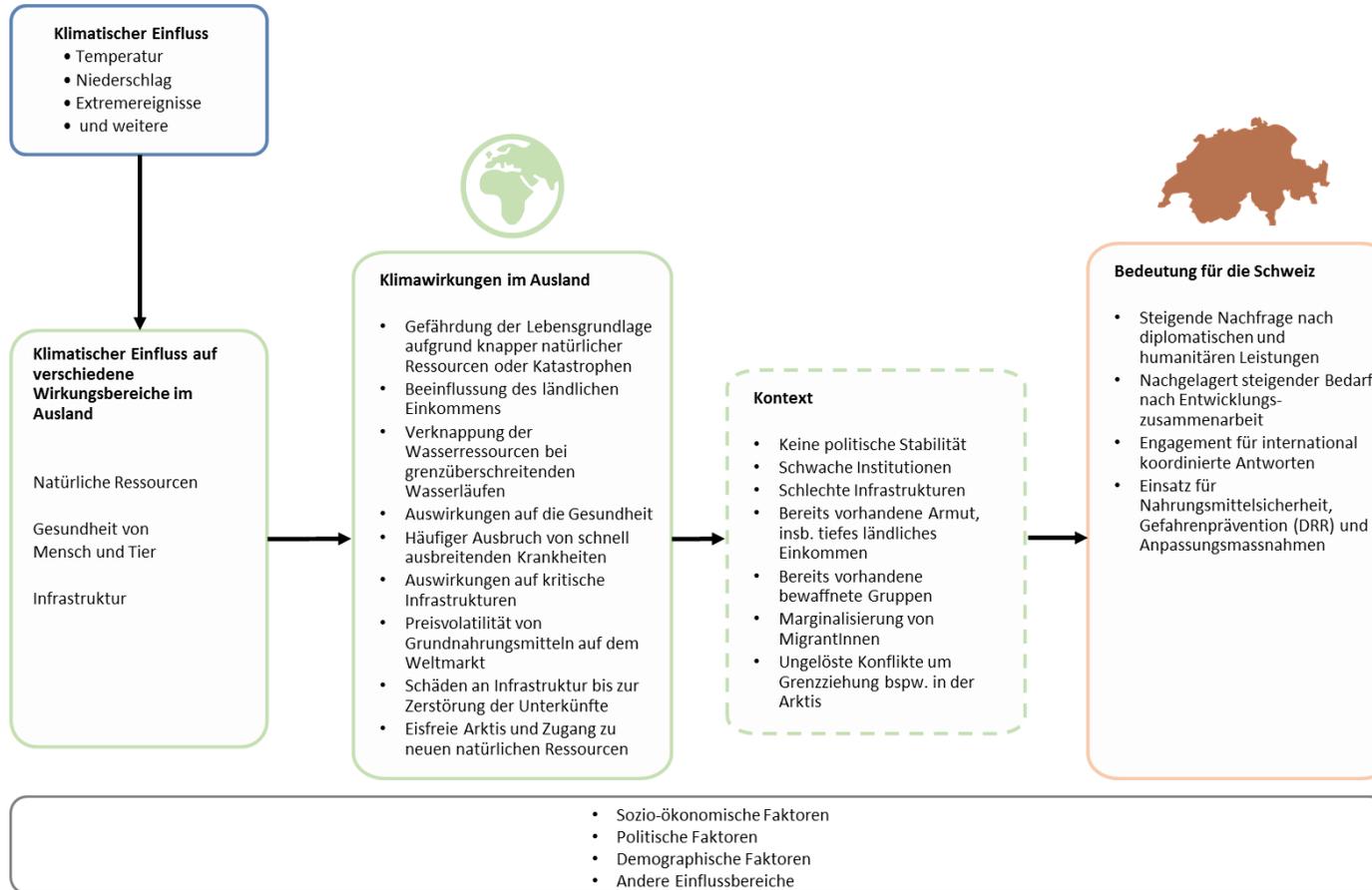
Jahr 2007 zum ersten Mal auf die Agenda (UN 2007). 2017 verabschiedete er die Resolution 2349 zum Tschadseebecken, welche einen Paragraphen zu den negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Stabilität der Region enthält (UNSC 2017, para. 26). Weitere Akteure wie die EU, Afrikanische Union, NATO oder G7 anerkennen den Klimawandel ebenfalls als Risiko für die Sicherheit (EU 2016, AU 2016, NATO 2010, G8 UK 2013). 70% der Länder bezeichnen den Klimawandel explizit als nationales Sicherheitsrisiko (ASP 2014). Einige Akteure argumentieren sogar, dass der Klimawandel sogar die globalen Machtverhältnisse beeinflussen kann (Government Office for Science 2011).

Die Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Sicherheit sind komplex. Der fünfte Sachstandsbericht des IPCC, der den Sicherheitsbegriff breit im Sinne der menschlichen Sicherheit definiert (Adger et al. 2014), unterscheidet folgende Elemente (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2013):

- «die sicherheitsrelevanten Herausforderungen im engeren Sinne, insbesondere **die Gefahr von Gewalt und Konflikten**,
- Themen der **materiellen Sicherheit**, zum Beispiel Ernährungssicherheit; und
- Themen der **immateriellen Sicherheit**, zum Beispiel bedrohte Lebensbedingungen einer Bevölkerung im Bereich der Freiheit oder der Kultur.»

Abbildung 22 zeigt schematisch auf, wie die Auswirkungen des Klimawandels auf die Sicherheit im Ausland auch einen Einfluss auf die Schweiz haben können.

Abbildung 22: Einfluss des Klimawandels auf die Sicherheit und die Schweiz



Grafik INFRAS.

Der Klimawandel kann Lebensgrundlagen der Menschen im Ausland beeinträchtigen und deren materielle Sicherheit wie etwa die Ernährungssicherheit gefährden. Er kann zudem im Zusammenspiel mit verschiedenen weiteren Faktoren das Risiko für gewalttätige Konflikte erhöhen. Ein erhöhtes Sicherheitsrisiko in vulnerablen Ländern kann die internationale Sicherheit beeinträchtigen und sich über bestehende politische und wirtschaftliche Beziehungen auch auf andere Länder wie die Schweiz auswirken. Ein erhöhtes Sicherheitsrisiko steigert zudem den Bedarf für ein Engagement in Sicherheitspolitik, Entwicklungszusammenarbeit und humanitärer Hilfe.

Im Folgenden werden zentrale Aspekte im Zusammenhang zwischen Klimawandel und Sicherheit beleuchtet.

### **Klimawandel erhöht das Risiko für die menschliche Sicherheit**

Der Klimawandel kann die menschliche Sicherheit über verschiedene Kanäle beeinträchtigen. Trockenheit und Dürren und sich verknappende natürliche Ressourcen gefährden die Nahrungsmittelsicherheit der Menschen und können zu Trinkwasserversorgungsproblemen, Hungersnöten und verstärkten Nutzungskonflikten führen. Grenzüberschreitende Auswirkungen des Klimawandels wie Änderungen des Meereises, geteilter Wasserressourcen und Fischvorkommen im offenen Meer können potentiell die Rivalität zwischen Staaten oder Bevölkerungsgruppen erhöhen. Extremereignisse können die Infrastruktur eines Landes beschädigen. Ist die kritische Infrastruktur eines Landes von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen, kann dies die Integrität von ganzen Staaten und die nationale Sicherheit beeinflussen. Überschwemmungen aufgrund des steigenden Meeresspiegels stellen zudem Risiken dar für die territoriale Integrität von kleinen Inselstaaten sowie Staaten mit ausgedehnten Küsten (Field et al. 2014). Schliesslich erhöht sich die Vulnerabilität in Gebieten mit gewalttätigen Konflikten zusätzlich, indem die für die Anpassung nötige Infrastruktur beschädigt wird (Field et al. 2014).

### **Klimawandel als Risikomultiplikator für gewalttätige Konflikte**

Ein direkter Zusammenhang zwischen Klimawandel und gewalttätigen Konflikten lässt sich wissenschaftlich nicht herstellen (Adger et al. 2014). Allerdings kann der Klimawandel indirekt das Risiko für gewalttätige Konflikte in Form von Bürgerkrieg und Gewalt zwischen Gruppen erhöhen, indem er auf Treiber von solchen Konflikten wirkt, wie beispielsweise Armut und ökonomische Schocks (IPCC 2014b). Der Klimawandel wird deshalb auch gemeinhin als Risikomultiplikator bezeichnet (u.a. Rüttinger et al. 2016; van Schaik et al. 2015; Behrend 2015).

Studien bestätigen, dass der Kontext zentral ist, damit der Klimawandel und seine Auswirkungen überhaupt einen gewalttätigen Konflikt auslösen können (Rüttinger et al. 2015; Rüttinger und Pohl 2016; Detges 2017). Wenn die Menschen und Institutionen fähig sind, die klima-

bedingten Herausforderungen für die Lebensgrundlage und die politische Stabilität zu bewältigen, ist es weniger wahrscheinlich, dass Konflikte ausbrechen. Konflikte brechen eher aus, wenn beispielsweise eine schlechte Infrastruktur, ethnisch gespaltene Gesellschaften, Gesellschaften mit politisch marginalisierten ethnischen Minderheiten oder schwache demokratische Institutionen vorhanden sind (Detges 2017). Insbesondere in fragilen Kontexten sind solche Bedingungen vorzufinden (Detges 2017).

Nicht nur ist der Kontext relevant, damit die Auswirkungen des Klimawandels das Risiko für Konflikte erhöhen. Studien zeigen, dass politische, ökonomische und soziale Faktoren auch in Zukunft die wichtigere Rolle für Konflikte spielen (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2013). Dazu können beispielsweise höhere globale Nahrungsmittelpreise gehören (Behrend 2015) oder auch geopolitische Veränderungen.

### 5.5.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Sicherheit der Schweiz

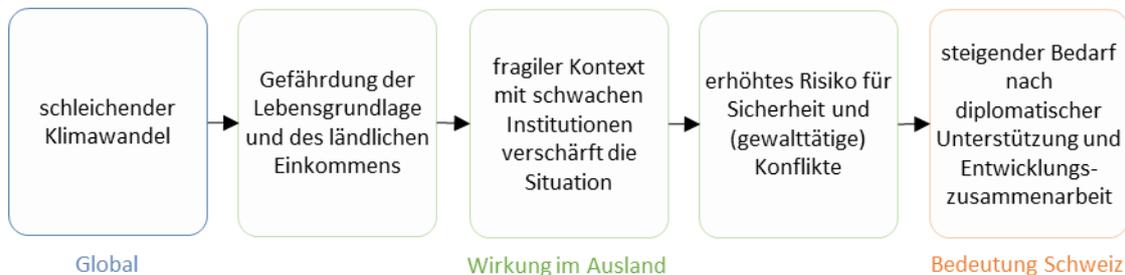
Der Konnex zwischen Klimawandel und Sicherheit wird im aktuellen Sicherheitspolitischen Bericht des Bundesrates thematisiert. Der Bericht 2016 hält fest, dass der Klimawandel in anderen Weltregionen Auswirkungen auf die Sicherheitslage haben kann und dass dieser in den letzten Jahren die Fragilität von Staaten verstärkt hat (der Bundesrat 2016a). Im Bericht werden Katastrophen und Notlagen als eines von sechs Clustern von Bedrohungen und Gefahren identifiziert. Zu diesem Cluster gehören auch die Auswirkungen des Klimawandels (der Bundesrat 2016a).

Für die Schweiz werden folgende Wirkungsketten identifiziert, über welche der globale Klimawandel und seine Auswirkungen im Ausland die Sicherheit auch Auswirkungen auf die Schweiz und ihre Sicherheit haben können.

#### Übersicht Wirkungsketten

- 1) Erhöhtes Sicherheitsrisiko wegen klimabedingter Verknappung natürlicher Ressourcen und Nahrungsmittel
- 2) Erhöhtes Sicherheitsrisiko aufgrund von Extremwetterereignissen oder Naturkatastrophen
- 3) Konflikte um grenzüberschreitende Wasserläufe
- 4) Küstenerosion und Konflikte um neue Grenzen bei den Gewässern
- 5) Konflikt um Arktis bzw. natürliche Ressourcen in der Arktis

## 1. Erhöhtes Sicherheitsrisiko wegen klimabedingter Verknappung natürlicher Ressourcen und Nahrungsmittel



Der Klimawandel wird in gewissen Weltregionen die Verfügbarkeit lebenswichtiger natürlicher Ressourcen wie fruchtbarer Boden und Wasser einschränken. Dies kann dazu führen, dass Nahrungsmittelproduktion erschwert wird und die Weltmarktpreise für Nahrungsmittel steigen. Gleichzeitig gibt es Bevölkerungs- und wirtschaftliches Wachstum, welche zusätzlich Druck auf die natürlichen Ressourcen ausüben. So wird beispielsweise der Bedarf nach Wasser bis 2030 um mehr als 40% zunehmen (Rüttinger und Pohl 2016). Dies erhöht das Risiko für die materielle Sicherheit bzw. die Lebensgrundlage der Menschen und kann je nach Kontext auch zu Konflikten führen.

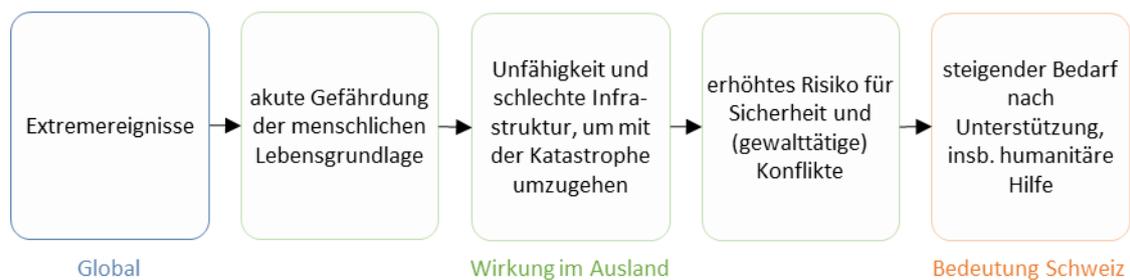
Beispielsweise hat im Jahr 2011 die schwerste Dürre seit 50 Jahren die Hirten in Somalia gezwungen, mehr Tiere als üblich zu verkaufen, weil zu wenig Wasser und Futter vorhanden war (Maystadt und Ecker 2014). Dies hat aufgrund einer eher geschlossenen ländlichen Wirtschaft dazu geführt, dass die Preise für Nutztiere stark sanken und damit auch das Einkommen der Hirten. Damit stiegen die Anreize, bewaffneten Gruppen beizutreten, da diese Essen und Geld bieten konnten.

Auch soziale Unruhen aufgrund klimabedingt hoher Lebensmittelpreise sind vielerorts dokumentiert. Beispielsweise haben 2010-2011 u.a. eine Dürre in China, Rekordniederschläge in Kanada und Buschfeuer in Russland zur Reduktion des Weizenangebotes auf dem Weltmarkt und zu einer Verdoppelung des Weizenpreises geführt. In Ägypten hat dies bestehende Unruhen verstärkt und womöglich dazu beigetragen, dass der Arabische Frühling früher ausgelöst wurde (Johnstone und Mazo 2013, Sternberg 2013). Auch in Tunesien, wo der Arabische Frühling startete, gab es Unruhen aufgrund der hohen Lebensmittelpreise (Lagi et al. 2012).

**Relevanz für die Schweiz:** Die Schweiz kann indirekt von den Auswirkungen des Klimawandels im Ausland betroffen sein, wenn das Sicherheitsrisiko in Ländern steigt, in welchen die Schweiz aufgrund von wirtschaftlichen Tätigkeiten, politischen Interessen oder der Entwicklungszusammenarbeit engagiert ist. Die Schweiz kann im Falle von Konflikten ihre Vermittlungsdienste an-

bieten und zur Entschärfung des Konflikts beitragen. Zudem kann sie über die Entwicklungszusammenarbeit präventiv dazu beitragen, dass das Sicherheitsrisiko in Drittländern minimiert wird. Die Schweizer Entwicklungszusammenarbeit einen Schwerpunkt auf fragile Staaten (Der Bundesrat 2016b), in welchen ein erhöhtes Risiko für gewalttätige Konflikte besteht. Diese Staaten sind besonders verwundbar bezüglich einer Verknappung natürlicher Ressourcen. So ist beispielsweise Somalia ein Schwerpunktland der «Strategie Horn von Afrika 2013-2016» der Schweiz (EDA 2017a). Weiter engagiert sich die Schweiz in Ägypten und Tunesien, in denen der Arabische Frühling stattfand, sowie auch in Libyen, welches für die Schweiz eine zentrale sicherheitspolitische Bedeutung hat.

## 2. Erhöhtes Sicherheitsrisiko aufgrund von Extremwetterereignissen oder Naturkatastrophen



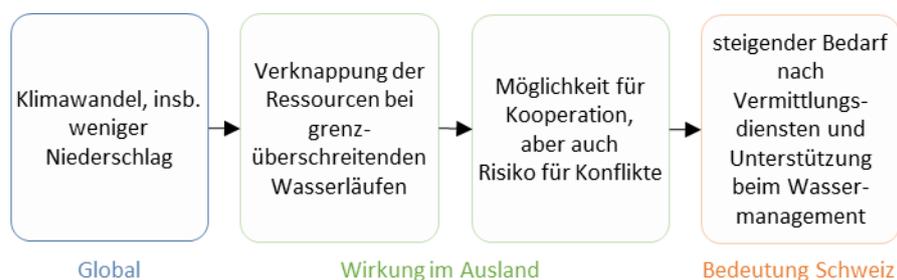
Der Klimawandel hat über Wetterextreme wie Überflutungen oder Dürren Auswirkungen auf die Lebensgrundlage von Menschen. Faktoren wie schwache Regierungen, schlechte Infrastruktur oder fehlende Versicherungen machen es schwieriger, mit Katastrophen umzugehen. Je nach Kontext können die Auswirkungen des Klimawandels das Risiko für Konflikte erhöhen (Detges 2017). Hinzu kommt, dass schlecht organisierte Katastrophenhilfe in fragilen Situationen zusätzlich das Risiko für Konflikte erhöhen kann (Rüttinger et al. 2015).

Beispielsweise führte zwischen 2006 und 2011 eine der schlimmsten Dürren dazu, dass in Syrien bis zu 60 Prozent der Ernten ausfielen (Femia and Werrell 2013). 800'000 Syrer verloren ihre Existenzgrundlage, 2-3 Millionen rutschten in die extreme Armut, und viele migrierten in die Städte. In den Städten, welche bereits aufgrund der irakischen Flüchtlinge seit der US-Invasion 2003 herausgefordert waren, kam es zu Konflikten um den Zugang zu Wasser und um Arbeitsplätze. Gleichzeitig wuchs die Unzufriedenheit auf dem Lande. Die unzufriedene ländliche Bevölkerung spielte in der Oppositionsbewegung im Vergleich zu anderen Ländern des Arabischen Frühlings eine grosse Rolle. Die klimabedingten Probleme wurden verschärft, u.a. aufgrund des früheren Missmanagements der Wasserressourcen.

*Relevanz für die Schweiz:* Extremwetterereignisse und Naturkatastrophen können das Sicherheitsrisiko in Ländern erhöhen, in welchen die Schweiz wirtschaftlich, politisch oder humanitär

engagiert ist. Beispielsweise können Zulieferer oder Ableger von Schweizer Unternehmen durch die verstärkten Konflikte betroffen sein, wie das Beispiel eines Zementwerkes von LafargeHolcim in Syrien zeigt, welches auf Grund von Vorwürfen von Schutzgeldzahlungen an bewaffnete Truppen und Sicherheitsrisiken im Jahre 2014 geschlossen werden musste (LafargeHolcim 2018).

### 3. Konflikte um grenzüberschreitende Wasserläufe



Fast jedes Land teilt Wasserressourcen mit einem Nachbarland in einem internationalen Flusseinzugsgebiet. Eine klimabedingte Verknappung der Wasservorkommnisse, insbesondere im Fall eines schlechten Wassermanagements, kann zu grenzüberschreitenden Konflikten führen. Die Situation wird erschwert aufgrund der künftig höheren Nachfrage nach Wasser für die Nahrungsmittel- oder Energieproduktion (Global High-Level Panel on Water and Peace 2017).

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass geteilte Wasserressourcen öfters zu mehr Kooperation als gewalttätigen Konflikten geführt haben (Yoffe et al. 2003, Barnaby 2009). Allerdings könnte sich das in Zukunft ändern, d.h. künftige Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen könnten die Entstehung von Konflikten begünstigen (Behrend 2015; van Schaik et al. 2015; Rüttinger et al. 2015).

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz teilt Wasserläufe mit anderen Staaten, allerdings sind bei diesen aufgrund der guten Kooperation keine Konflikte zu erwarten. Die Schweiz kann aber aufgrund von Sicherheitsproblemen in anderen Regionen betroffen sein, sei es bspw. aufgrund wirtschaftlicher Tätigkeiten, Investitionen oder der Entwicklungszusammenarbeit. Die Schweiz engagiert sich international aktiv im Themenbereich Wasser und Sicherheit, sowohl auf globaler als auch bilateraler Ebene. Sie geht das Thema mit verschiedenen aussenpolitischen Instrumenten an, namentlich mit Mediation und Förderung des Dialogs bei wasserbezogenen Konflikten (Wasserdiplomatie) und mit der Entwicklungszusammenarbeit etwa mit Initiativen zur Förderung eines besseren Wassermanagements (EDA 2015).

#### 4. Küstenerosion und Konflikte um neue Grenzen bei den Gewässern



Aufgrund des steigenden Meeresspiegels können die geänderten Küstenlinien zu Unstimmigkeiten bezüglich der Grenzziehung bei den Hoheitsgewässern und ausschliesslichen Wirtschaftszonen sowie zu Konflikten bezüglich der natürlichen Ressourcen und internationalen Seeverbindungen führen. UNCLOS ist für die maritime Grenzziehung zuständig. Allerdings gibt es keine universelle Einigkeit, ob die maritimen Grenzziehungen permanent fixiert sind oder sich aufgrund der Änderung von Küsten verschieben sollen (Lisztwan 2012).

Die Anzahl Orte, an denen der Klimawandel bis 2050 Auswirkungen auf die maritime Grenzziehung haben wird, ist eher gering (Di Leva and Morita 2008). Das Risiko für Konflikte wird als gering eingeschätzt, wobei es in denjenigen Fällen höher ist, in denen bereits Uneinigkeit bezüglich der aktuellen Grenzziehung herrscht (Rüttinger et al. 2015).

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz ist seit Mai 2009 Vertragspartei der UNCLOS. Bei Konflikten ist grundsätzlich der Internationale Seegerichtshof zuständig. Allerdings sind nicht alle Staaten Vertragspartei der UNCLOS, und nicht alle Mitglieder anerkennen die Gerichtsbarkeit des Internationalen Seegerichtshofes. Die Schweiz wird sowohl im Rahmen der UNCLOS als auch in ihren bilateralen Beziehungen im Fall von Konflikten Stellung beziehen müssen und wird deshalb in diese Thematik involviert werden.

#### 5. Konflikt um Arktis bzw. natürliche Ressourcen in der Arktis



Die Menge von Schnee und Eis in der Arktis ist bereits zurückgegangen und wird weiter zurückgehen. Ohne Umsetzung weiterer Emissionsreduktionsmassnahmen wird bereits vor Mitte dieses Jahrhunderts eine praktisch eisfreie Arktis im Sommer vorhersagt (IPCC 2014a), was den

Zugang zu verschiedenen Ressourcen ermöglicht. 30% bzw. 13% der unerforschten Erdgas- und Erdölvorkommen werden in der Arktis vermutet (Rüttinger et al. 2015). Der Abbau dieser Ressourcen kann die Lebensbedingungen der lokalen Bevölkerung negativ beeinflussen. Zudem bestehen ungelöste Konflikte bezüglich der Grenzziehung. Bereits jetzt gibt es unterschiedliche Versuche verschiedener Staaten, Territorialansprüche geltend zu machen. Die politische Anspannung könnte in Zukunft mit der weiteren klimabedingten Erschliessung von Rohstoffquellen weiter zunehmen (van Shaik et al. 2015).

Das Risiko für Konflikte in der Arktis wird unterschiedlich eingeschätzt. Während einige ein Potential für Konflikte sehen (Käpylä and Mikkola 2013), schätzen andere das Risiko als gering ein, insbesondere aufgrund der unwirtlichen Umgebung und der Stärke vorhandener politischer Institutionen (Rüttinger et al. 2015, Vonk et al. 2015).

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz hat seit Mai 2017 Beobachterstatus im Arktischen Rat (EDA 2017b). Dieser ist eine Institution, die sich für die Förderung der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte der nachhaltigen Entwicklung in der Arktis einsetzt. Die Schweiz wird sowohl im Rahmen des Arktischen Rates als auch in ihren bilateralen Beziehungen im Fall von Konflikten Stellung beziehen müssen. Zudem ermöglicht der Klimawandel die vermehrte Schiffbarkeit von globalen Transportrouten, wie zum Beispiel der Nordost-Passage der russischen Nordküste entlang. Solche neuen globalen Routen sind auch sicherheitspolitisch relevant.

### 5.5.3. Handlungsansätze

Klimabedingte Sicherheitsrisiken können auch für die Schweiz relevant sein. Grundsätzlich sind für Sicherheitsrisiken mit grenzüberschreitendem und langfristigem Charakter wie dem Klimawandel kooperative Ansätze und die präventive Steuerung der Lösungsstrategien erforderlich (Wenger und Nünlist 2016). Im Folgenden werden mögliche Handlungsfelder skizziert.

#### **Beitrag zur internationalen Politikentwicklung**

Die Schweiz ist grundsätzlich gut positioniert, um gegen neuartige Herausforderungen einen aktiven Beitrag zur internationalen Politikentwicklung zu leisten (Wenger und Nünlist 2016). Die Schweiz könnte zum Thema Klimawandel und Sicherheit ähnliche Arbeiten auf internationaler Ebene lancieren wie 2011 zum Thema Klimawandel und forcierte Migration im Rahmen der Nansen-Initiative (Rüttinger und Pohl 2015). Das Ziel der Nansen-Initiative war, die Bevölkerungsbewegungen verursacht durch Katastrophen und den Folgen des Klimawandels besser zu verstehen und Massnahmen zum besseren Schutz der Betroffenen zu identifizieren. Heute

scheint man an einem ähnlichen Ausgangspunkt zu sein bezüglich der internationalen Politikentwicklung zu Klimawandel und Sicherheit. Der Zusammenhang wird vermehrt diskutiert (siehe Kapitel 5.5.1), aber eine konsequentere Bearbeitung des Themas wäre nötig, um auf internationaler Ebene ein gemeinsames Verständnis zu entwickeln. Dazu gehört beispielsweise auch die Klärung der Konzepte, welche im Kontext von klimabedingten Sicherheitsrisiken verwendet werden sollen. Solche konzeptionellen Arbeiten sind zentral, um sich über verschiedene Disziplinen und Politikbereiche gegenseitig zu verstehen, zusammenzuarbeiten und das Wissen weiterzuentwickeln (Mobjörk et al 2016). Aus den Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen könnten im Rahmen des internationalen Prozesses konkrete Massnahmen abgeleitet werden.

### **Übersicht bestehender Arbeiten in der Bundesverwaltung**

Verschiedene Akteure der Bundesverwaltung setzen Massnahmen um und arbeiten an Themen, die relevant sind im Kontext der klimabedingten Sicherheitsrisiken. Beispielsweise ist die Schweiz auf internationaler Ebene bereits aktiv engagiert im Themenbereich grenzüberschreitende Wasserressourcen und Sicherheit (EDA 2015). 2017 kündigte der Bundesrat an, dass die sogenannte Wasserdiplomatie weiter ausgebaut werden soll (Der Bundesrat 2017b). Im selben Jahr publizierte die DEZA eine ausführliche Analyse der Risiken und Chancen sowie ihres Engagements für Wasser als Ressource für Frieden (DEZA 2017b). Das Engagement findet unter anderem im Rahmen des Globalprogramms Wasser der DEZA statt (DEZA 2017a).

Ein weiteres Beispiel bestehender Massnahmen stellt der Schwerpunkt der Schweizer Entwicklungszusammenarbeit auf fragile Staaten dar (Der Bundesrat 2016b). Diese Länder werden vom Klimawandel besonders stark betroffen sein. Zudem bearbeitet die DEZA mit ihren Globalprogrammen für Klima und Umwelt, Migration, Gesundheit oder Nahrungsmittelsicherheit bereits Themen, welche wichtig sind im Zusammenhang von Klimawandel und Sicherheit.

Ein weiteres Beispiel ist das Wissen und Engagement der Schweiz in der Prävention und Bewältigung von Naturkatastrophen (BAFU 2017, DEZA/SECO 2017). Die Schweiz hat auf nationaler Ebene ein umfassendes und gut funktionierendes System für den Umgang mit Naturgefahren und dieses Knowhow wird international geschätzt. Für die Bewältigung von Naturkatastrophen im Ausland entsendet die Schweiz ExpertInnen. Für die Prävention werden Länder im Aufbau eines integralen Risikomanagements unterstützt.

Der Klimawandel wird im Kontext dieser Arbeiten teilweise explizit als Sicherheitsrisiko wahrgenommen, in vielen Fällen werden diese Arbeiten aber in erster Linie aufgrund anderer Herausforderungen umgesetzt. Es scheint keine Gesamtsicht der relevanten Arbeiten der verschiedenen Bundesstellen zu geben im Kontext der klimabedingten Sicherheitsrisiken. Eine Zusammenstellung, welche nicht nur eine Auflistung bestehender Massnahmen enthält, sondern

diese auch einbettet im Kontext Klima und Sicherheit, könnte hierfür hilfreich sein. Dabei ginge es auch darum, die Notwendigkeit weiterer Massnahmen oder von Mainstreaming zu diskutieren sowie die Zusammenarbeit über Politikbereiche hinweg zu stärken (siehe auch Mobjörk et al. 2016).

### **Interdepartementale Koordination**

Klimabedingte Sicherheitsrisiken sind Querschnittsthemen, welche eine Koordination und Zusammenarbeit verschiedener Bundesstellen erfordern. Wie das Forschungsinstitut SIPRI in einem Bericht mit Empfehlungen für die schwedische Regierung festhält (Mobjörk et al. 2016), kann eine interdepartementale Arbeitsgruppe für klimabedingte Sicherheitsrisiken hilfreich sein. Diese Art der Zusammenarbeit ist auch in der Schweizer Bundesverwaltung üblich für sektorübergreifende Themen. Sie ist nützlich für die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses der Herausforderungen und schafft Zuständigkeiten in den beteiligten Bundesstellen. Dabei kann auf bereits existierenden Strukturen wie etwa interdepartementalen Arbeitsgruppen zur Migrationszusammenarbeit oder zum Klima aufgebaut werden (Rüttinger und Pohl 2016).

## **5.6. Migration**

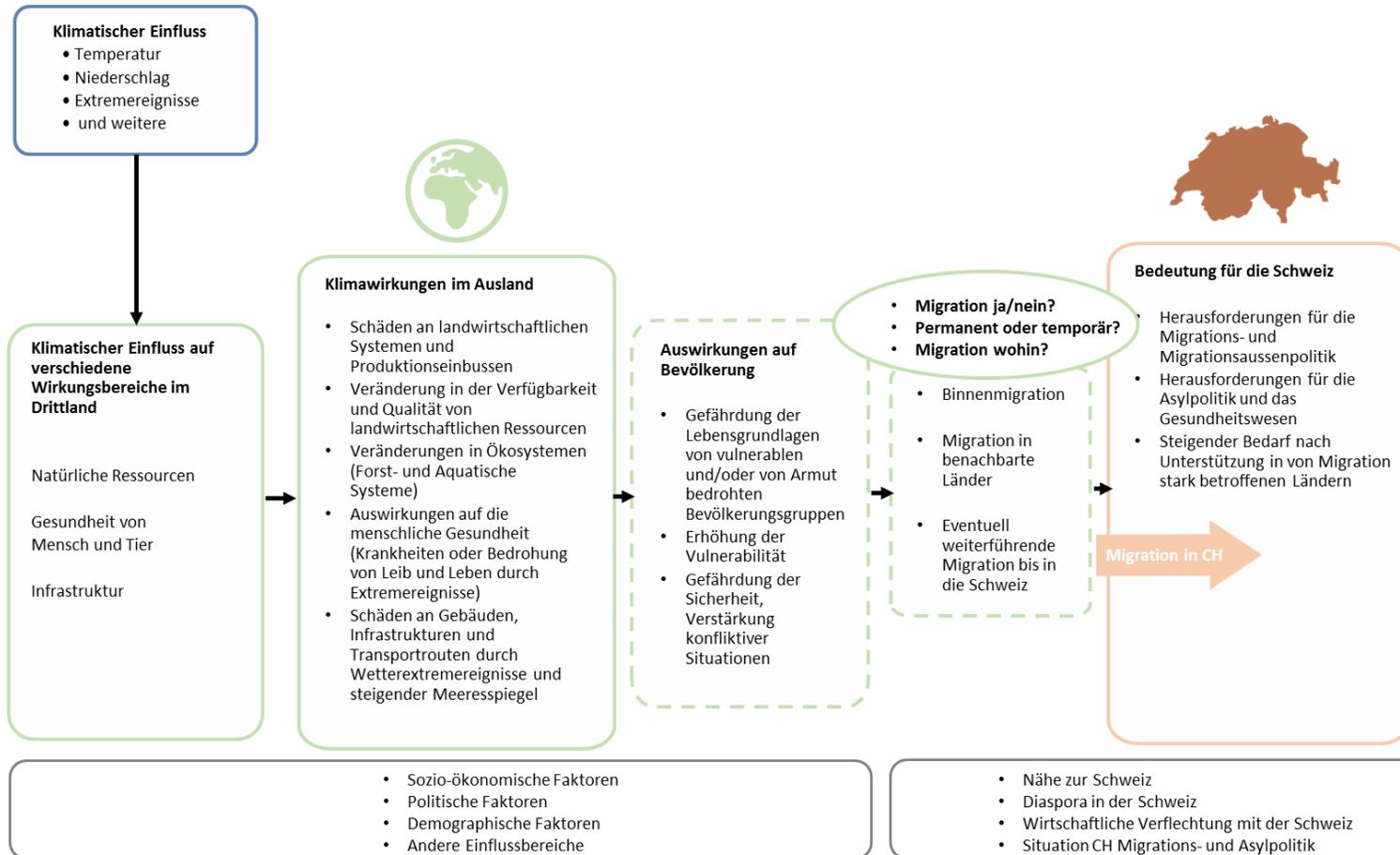
### **5.6.1. Zusammenhang zwischen Migration und Klimawandel**

Es gibt keine universell anerkannte Definition von Migration. Die gängigen Begriffsverwendungen unterscheiden zwischen erzwungener Migration oder Zwangsvertreibung, Migration (vorwiegend freiwillige Bewegung) sowie der geplanten Umsiedlung (organisierter, geplanter Prozess). Im Folgenden wird der Begriff «Migration» verwendet, wobei damit sowohl die freiwillige als auch die erzwungene, nationale sowie internationale Bewegung gemeint ist.

Umweltfaktoren haben bei Migrationsentscheidungen schon immer eine Rolle gespielt (UNEP 2017, Steinemann et al. 2016). Die Ursachen von Migration sind aber immer mehrschichtig und komplex und von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Inwiefern der Klimawandel direkt eine Ursache für Migration ist, wird in der Wissenschaft unterschiedlich beantwortet. Einig ist sich die Wissenschaft, dass der Klimawandel bereits existierende soziale, ökonomische oder politische Probleme verstärken kann. Diese können in Kombination eine Ursache für Migration darstellen (Akademien der Wissenschaften 2013, UNEP 2017).

Abbildung 23 zeigt, wie sich der Klimawandel auf Migrationsbewegungen auswirken kann.

Abbildung 23: Verflechtung von Klimawandel und Migrationsauswirkungen auf die Schweiz



Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS

Klimawirkungen können im Ausland die Lebensgrundlagen der Menschen gefährden und in Kombination mit weiteren Faktoren dazu führen, dass sich Menschen zur Migration entscheiden. Diese Migrationsbewegungen können entweder innerhalb der betroffenen Länder oder grenzüberschreitend stattfinden, temporär oder dauerhaft, zirkulär, freiwillig oder erzwungen sein (IDMC 2015). Nur ein kleiner Teil führt zu einer permanenten Migration (Foresight 2011).

In der Regel unterscheidet man zwischen plötzlich auftretenden Wetterextremereignissen und schleichenden Veränderungen. Wetterextremereignisse wie tropische Stürme oder Überschwemmungen können Gebäude und wichtige Infrastrukturen zerstören und das Leben in gewohntem Masse verunmöglichen. Zwischen 2008 und 2015 wurden jedes Jahr rund 22.5 Millionen Menschen aufgrund klimatischer oder wetterbedingter Katastrophen verdrängt (IDMC 2015). Die Flucht- und Migrationsbewegungen sind meist kleinräumiger und nicht permanenter Art (Akademien der Wissenschaften 2013). Die meisten betroffenen Menschen kehren rasch möglichst in ihre Häuser/an ihren ursprünglichen Wohnort zurück (Adger et al. 2014).

Dagegen wirken sich Klima- und Umweltveränderungen wie etwa die Degradation von Böden oder der Meeresspiegelanstieg langfristig auf die Lebensgrundlagen und die Gesundheit der Menschen aus und können die Menschen dazu bewegen, permanent zu migrieren. Eine Zunahme an Dürren, Landdegradation, die Versalzung von Böden und Abnahme der Bodenfruchtbarkeit sind zentrale Auswirkungen des Klimawandels und betreffen insbesondere die ländliche Bevölkerung, deren Lebensunterhalt in hohem Masse von der Landwirtschaft abhängt. Gemäss Adger et al. 2014 konnten bereits in der Vergangenheit beträchtliche Migrationsbewegungen aufgrund dieser Klimafolgen festgestellt werden. Meist handelt es sich dabei um Migrationsbewegungen von ländlichen Gebieten in die Städte innerhalb eines Landes. Eine permanente, staatenübergreifende Migration aufgrund von Klima- und Umweltveränderungen ist eher selten.

Künftig könnte aber auch die Migration aus den Städten hinaus zunehmen, da gerade dicht bevölkerte Küstengebiete von den Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen sind. Grosse Städte sind bereits jetzt vulnerable Gefüge. Die meisten der weltweit grössten Städte liegen in Küstennähe oder in grossen Deltas und sind von einem ansteigenden Meeresspiegel bedroht (UNEP 2017).

Wie stark sich der Klimawandel auf künftige Migrationsbewegungen auswirkt, ist unklar. Die Projektionen von sogenannten Umwelt- oder Klimaflüchtlingen gehen stark auseinander und reichen von rund 80 Millionen im Jahr 2030 bis 150 oder gar 300 Millionen im Jahr 2050 (IOM/SciencesPo 2016). Um diese Zahlen zu berechnen, muss man jedoch annehmen, dass Umwelt-/Klimamigration von anderen Formen der Migration unterschieden werden kann.

Bis anhin (und wohl auch in Zukunft) gibt es keinen anerkannten Flüchtlingsstatus für Personen, die aus klimabedingten Gründen ihre Länder verlassen<sup>21</sup>. Menschen, welche aufgrund von natürlichen Katastrophen und den Auswirkungen des Klimawandels flüchten, werden nicht als Flüchtlinge gemäss der Genfer Flüchtlingskonvention von 1951 anerkannt. Aspekte wie Einreise, Aufenthalt und Ausreise sind nicht geregelt. Bei der grenzüberschreitenden Migration gewähren in erster Linie die Menschenrechte einen Schutz für diese MigrantInnen (PDD 2017).

### 5.6.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Migration in die Schweiz

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Migrationsströme in die Schweiz sind aufgrund fehlender Datenlage schwer abzuschätzen. Denn nebst den verschiedenen genannten Faktoren, die Migrationsentscheide beeinflussen, spielen auch Rahmenbedingungen in der Schweiz eine wichtige Rolle. Nähe zur Schweiz, Diaspora in der Schweiz, wirtschaftliche Verflechtung mit der Schweiz sowie die Schweizer Asylpolitik haben einen Einfluss darauf, ob Menschen und spezifische Bevölkerungsgruppen in die Schweiz migrieren oder andere Länder bevorzugen.

Generell wird nicht erwartet, dass der Schweiz eine direkt durch den Klimawandel ausgelöste Migrationswelle «droht», da durch Klima- und Umweltfaktoren beeinflusste Bevölkerungsbewegungen wie erwähnt meist innerhalb von Staaten stattfinden. Der allgemein ansteigende Migrationsdruck, der sich durch die Klimaänderung akzentuieren wird, wird sich aber auch in Richtung Europa und somit in Richtung Schweiz verstärken. Weiter erleichtern moderne Lebensumstände (Zunahme Flugverkehr, neue Kommunikationsmedien etc.) die Migration in weit entfernte Länder. Dies könnte sich in Zukunft noch akzentuieren. Denn erfolgreiche Auswanderer überweisen erhebliche Anteile ihres Einkommens (Remissen) an ihre daheimgebliebenen Verwandten. Dies ermöglicht die Migration in entfernte Länder und Regionen (SEM 2017).

Spezifisch auf die Schweiz bezogen sind folgende Auswirkungen des Klimawandels auf die Migration zu erwarten:

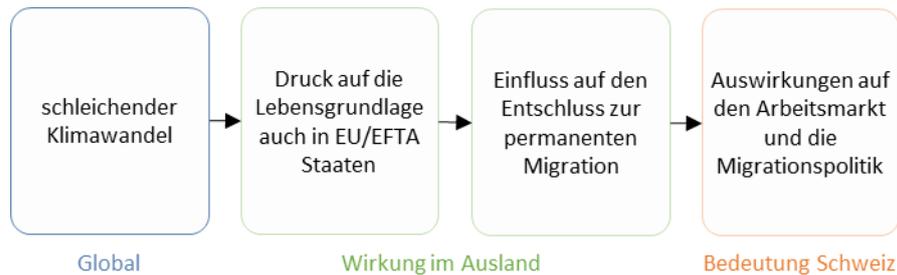
---

<sup>21</sup> Es gibt aber mindestens 50 Länder, die in der Vergangenheit Massnahmen ergriffen haben, um Betroffene nicht zurückzuschicken, sei es basierend auf humanitären Überlegungen oder anderen Provisionen aus dem jeweiligen Ausländerrecht. Die Schweiz macht dies ebenfalls.

## Übersicht Wirkungsketten

- 1) Erhöhte Herausforderungen für die Migrationspolitik
- 2) Erhöhte Herausforderungen für die Asylpolitik und das Gesundheitswesen
- 3) Erhöhter Bedarf nach Unterstützung in von Migration stark betroffenen Ländern

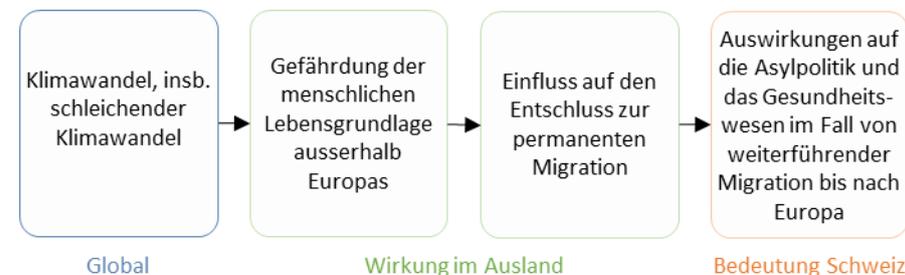
### 1. Erhöhte Herausforderungen für die Migrationspolitik



Der Klimawandel kann Menschen in Südeuropa zunehmend tangieren, vor allem solche, die in der Landwirtschaft tätig sind. Es ist denkbar, dass sie es bei sich verschlechternden Lebensbedingungen zunehmend in Betracht ziehen, in Länder Mittel- und Nordeuropas zu migrieren. Dies wiederum hätte Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die Migrationspolitik in Zielländern.

*Relevanz für die Schweiz:* In der Schweiz leben 2.1 Millionen AusländerInnen (BFS 2017). Die Mehrheit dieser ständig in der Schweiz wohnhaften AusländerInnen stammt aus Europa, hauptsächlich aus EU/EFTA-Staaten und primär aus Deutschland, Italien und Portugal. Es ist denkbar, dass der Klimawandel in Zukunft als verstärkender Faktor auf den wirtschaftlichen Migrationsdruck aus Südeuropa wirkt.

### 2. Erhöhte Herausforderungen für die Asylpolitik und das Gesundheitswesen



Der Klimawandel kann gerade in vulnerablen Ländern dazu führen, dass sich die Lebensgrundlagen der Menschen verschlechtern und diese sich veranlasst sehen, zu migrieren (innerhalb

ihres Landes, in kleinerem Ausmass auch über die Landesgrenzen hinaus). Falls die Anzahl «klimavertriebener» Personen zunimmt, führt dies in Zielländern zu grösseren Herausforderungen für die Asylpolitik. Eine allfällige zunehmende, klimabedingte Migration kann in den Zielländern zu grösseren Herausforderungen im Gesundheits- und Sozialwesen führen. Beispielsweise können Katastrophen bei den Flüchtlingen und Migranten diverse psychische Erkrankungen verursachen, insbesondere bei Kindern (Bunz und Mücke 2017). Weiter können importierte Infektionskrankheiten wie Tuberkulose, Lungenentzündungen, Windpocken, bakterielle Hauterkrankungen und andere seltenen Infektionserkrankungen die Gesundheit der Bevölkerung in den Zielländern gefährden (Bloch-Infanger et al. 2017). Möglich ist auch, dass Keime mit Antibiotikaresistenzen importiert werden (Harbarth et al. 2015).

*Relevanz für die Schweiz:* Ende 2017 lebten in der Schweiz 51'512 anerkannte Flüchtlinge und 65'775 Personen im Asylprozess (SEM 2017). Wichtige Herkunftsländer für beide oder eine der Kategorien waren Eritrea, Syrien, Afghanistan, Somalia, Sri Lanka und Irak (SEM 2017). Gerade Somalia und Eritrea sind hoch vulnerable Länder, gefolgt von Afghanistan und Syrien. Irak und Sri Lanka sind ebenfalls vulnerabel bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels. Da die Diaspora in der Schweiz aus diesen Ländern vergleichsweise gross ist und bereits soziale Netze bestehen, ist die Chance hoch, dass weitere (klimabedingte) MigrantInnen bis in die Schweiz kommen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf das Gesundheitssystem und das Sozialwesen in der Schweiz über die Migration ist als eher gering einzuschätzen. Falls die Anzahl «klimavertriebener» Personen zunimmt, kann dies aber die Leistungsfähigkeit des Gesundheitssystems vor zusätzliche Herausforderungen stellen, da bestimmte Gesundheitsrisiken zunehmen könnten.

### 3. Erhöhter Bedarf nach Unterstützung in von Migration stark betroffenen Ländern



Klimawandel kann bereits existierende soziale, ökonomische und politische Probleme verstärken und indirekt dazu beitragen, dass Menschen sich entscheiden, zu migrieren (siehe dazu Kapitel 5.6). Wie erwähnt handelt es sich dabei meist um Migrationsbewegungen von ländlichen

Gebieten in die Städte innerhalb eines Landes (Binnenmigration) oder um Migration in die unmittelbaren Nachbarländer. Für die von Migration stark betroffenen Länder sowie die MigrantInnen selber stellen sich grosse Herausforderungen. So können im Aufnahmeland etwa soziale Konflikte aufgrund des Drucks auf natürliche Ressourcen, öffentliche Dienstleistungen und Arbeitsstellen entstehen. Für die MigrantInnen kann zudem ein Risiko für die menschliche Sicherheit entstehen, weil sie beispielsweise aufgrund ihrer schwächeren Stellung eher ausgebeutet werden.

*Relevanz für die Schweiz:* Die Schweiz kann indirekt von klimabeeinflusster Migration tangiert sein, wenn dadurch Länder, in welchen die Schweiz aufgrund von wirtschaftlichen Tätigkeiten, politischen Interessen oder der Entwicklungszusammenarbeit engagiert ist, vor zusätzliche Probleme gestellt werden. Die Schweiz kann hier v.a. im Rahmen ihrer Migrationsausserpolitik Unterstützung leisten, indem sie etwa die partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Herkunfts-, Transit- und Zielstaaten fördert und sich im internationalen Migrationsdialog engagiert. Weiter setzt sich die Schweiz u.a. auch im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit und der Humanitären Hilfe für den Schutz der Menschenrechte (Rechtsschutz, Schutz vor Ausbeutung) der MigrantInnen ein.

### 5.6.3. Handlungsansätze

Im Folgenden werden mögliche Handlungsansätze für die Schweiz beleuchtet, die im Kontext Klimawandel und Migration diskutiert, weiterentwickelt und ergänzt werden können.

#### **Forschungsaktivitäten im Bereich Migration weiter verstärken**

Für die Schweiz ist es wichtig, weiter am Thema Klimawandel und Migration zu forschen, um künftige Migrationsbewegungen besser verstehen zu können. Unter anderem bedarf der Zusammenhang zwischen der schleichenden Klimaveränderung und der permanenten Migration, welche auch über Staatsgrenzen hinweg verläuft, weiterer Analysen. Die Resultate könnten zum Verständnis beitragen, inwiefern solche MigrantInnen überhaupt in die Schweiz kommen.

#### **Entwicklungszusammenarbeit und Humanitäre Hilfe ist gefordert**

Die Schweiz als entwickeltes Land hat die Möglichkeit, Hilfe für Bemühungen um Anpassung an den Klimawandel bereitzustellen, damit die Resilienz in den Ländern gesteigert wird und die Menschen weniger zur Migration veranlasst werden. Im Fokus der Schweizer EZA stehen dabei neben ländlichen Gebieten auch die grossen Städte. Weiter ist es auch im Sinne des schweizerischen humanitären Gedankens, Soforthilfe bei klimabedingten Katastrophen vor Ort zu leisten. Durch Anstrengungen im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit und der Humanitären Hilfe,

werden Voraussetzungen geschaffen, dass temporäre MigrantInnen eine rasche Rückkehr nach einer Katastrophe ermöglicht wird. Die Entwicklungszusammenarbeit und Humanitäre Hilfe werden auch in Zukunft relevante Handlungspfeiler für die Schweiz darstellen. Weiter unterstützt die Schweiz auch in Zukunft die Aktivitäten des Framework for Disaster Risk Reduction, wodurch eine Risikominimierung in vulnerablen Ländern erzielt werden soll.

### **Multilaterale Ansätze weiterverfolgen**

Neben nationaler Anstrengungen im Bereich der Migrations- und Asylpolitik ist es zentral, dass die Schweiz weiterhin eine aktive Rolle bei internationalen, multilateralen Initiativen und Prozessen übernimmt. Die Schweiz tat dies bereits im Rahmen der Nansen<sup>22</sup> Initiative. Die Nansen Initiative führte einen konsultativen Prozess, um Konsens bezüglich der Schutzbedürfnisse von Personen zu finden, die aus Klimagründen oder aufgrund sonstiger Katastrophenereignissen migrieren. Aktuell geht es darum, die Resultate der Nansen Initiative mit Unterstützung der Plattform on Disaster Displacement umzusetzen. Die Schweiz wird sich auch in Zukunft aktiv im Thema engagieren und als Mitglied der Plattform die Umsetzung der Schutzagenda unterstützen (EDA 2017). Auch im Rahmen des UN Klimaabkommens kann sich die Schweiz weiter aktiv zum Thema Migration und Klimawandel einbringen.

## **5.7. Entwicklungszusammenarbeit**

### **5.7.1. Zusammenhang zwischen Entwicklungszusammenarbeit und Klimawandel**

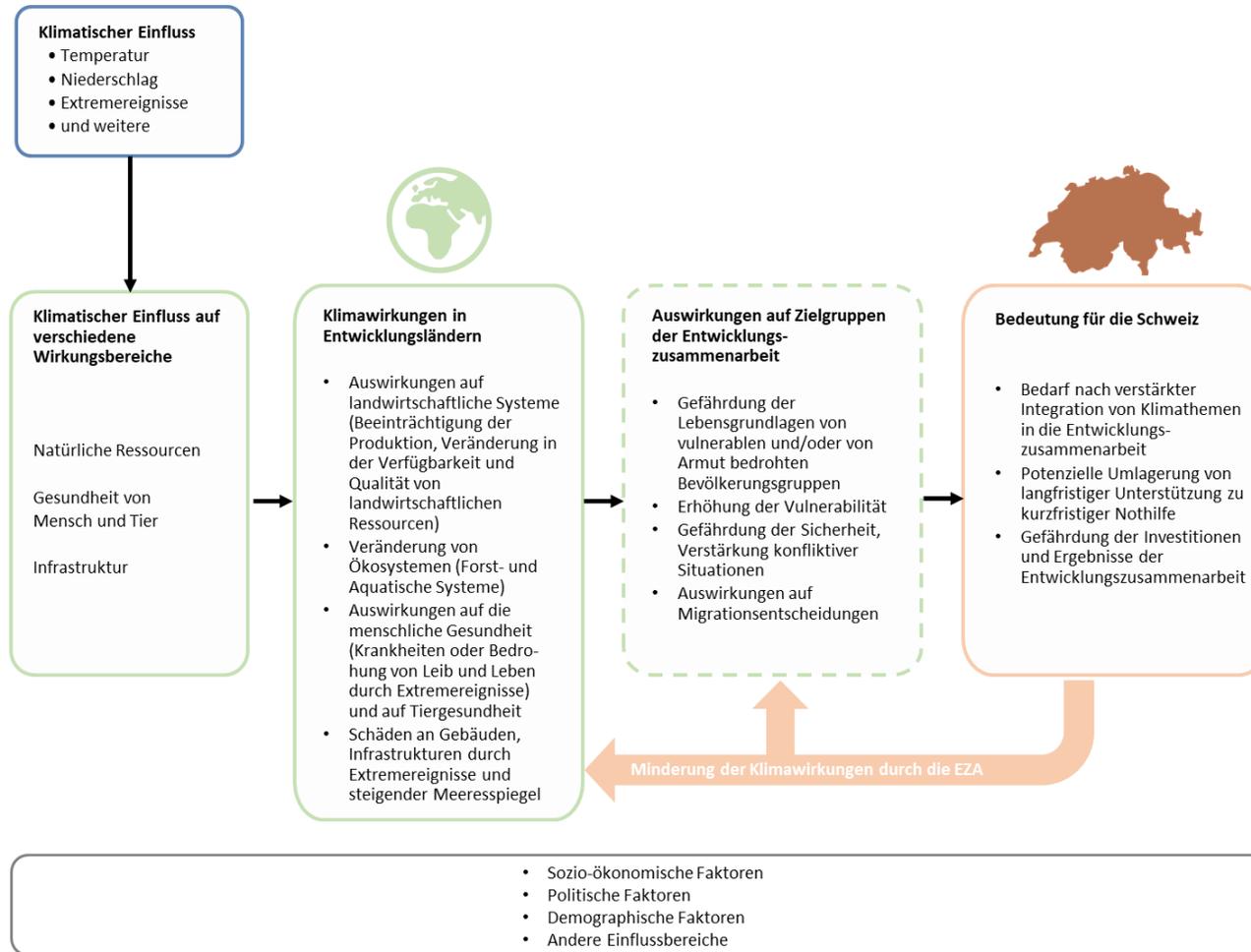
Obwohl die Armut weltweit zurückgeht, leben immer noch über zwei Milliarden Menschen von weniger als zwei US-Dollar pro Tag. In Subsahara-Afrika ist noch immer eine von vier Personen von mangelnder Ernährungssicherheit betroffen (FAO 2017). Die Staatengemeinschaft hat sich mit der Agenda 2030 und den 17 Nachhaltigkeitszielen (SDGs) zum Ziel gesetzt, bis 2030 in sämtlichen Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung messbare Fortschritte zu erzielen und beispielsweise extreme Armut und Hunger bis 2030 vollständig zu eliminieren. Die Entwicklungszusammenarbeit (EZA) ist ein zentrales Instrument, um diese Ziele umzusetzen. Sie setzt sich für eine Welt ohne Armut und in Frieden ein und fördert eine nachhaltige Entwicklung (Der Bundesrat 2016).

Zwischen Entwicklung, Entwicklungszusammenarbeit und Klimawandel bestehen zahlreiche und auch wechselseitige Verbindungen (siehe Abbildung 24).

---

<sup>22</sup> <https://www.nanseninitiative.org/secretariat/>

Abbildung 24: Verflechtungen zwischen Klimawandel und der Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz



Grafik INFRAS.

Aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen, Gesundheit und Infrastruktur in Entwicklungsländern können die Zielgruppen der Entwicklungszusammenarbeit beeinträchtigt und die Resultate der Entwicklungszusammenarbeit gefährdet werden. Die Entwicklungszusammenarbeit bietet aber auch Chancen, um mit den Herausforderungen des Klimawandels umzugehen und die Klimawirkungen in Entwicklungsländern zu mindern. Sie kann somit direkt auf die Lebensbedingungen der Zielgruppen Einfluss nehmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich verschiedene sozioökonomische, politische, demografische und Umweltfaktoren auf die Lebensgrundlagen der Menschen in Entwicklungsländern auswirken. Diese sind meist bedeutend stärker als klimatische Faktoren.

Im Folgenden werden zentrale Aspekte im Zusammenhang zwischen Klimawandel und Entwicklungszusammenarbeit beleuchtet.

### **Klimawandel verstärkt Armut und Konflikte**

Klimawandel und Klimavariabilität verstärken die bestehende Armut und werden mehr Menschen in Armut treiben (Olsson et al. 2014). Schätzungen gehen davon aus, dass aufgrund des Klimawandels bis 2030 zusätzliche 100 Millionen Menschen in extremer Armut leben werden (Hallegate et al. 2016).

Die Zusammenhänge zwischen Klimawandel, Armut und Vulnerabilität der unter Armut leidenden Bevölkerung sind komplex. Von Armut betroffene Menschen sind arm aus unterschiedlichen Gründen und sind auch unterschiedlich von klimatischen Veränderungen betroffen. Nicht alle vulnerablen Menschen sind gleichzeitig auch arm. Vielmehr ist die Vulnerabilität ein Resultat verschiedener klimatischer und nicht-klimatischer Faktoren und struktureller Ungleichheiten (Olsson et al. 2014). Auch wenn die Zusammenhänge je nach Kontext unterschiedlich sind, lässt sich doch allgemein festhalten, dass von Armut betroffene Bevölkerungsgruppen, die im Zentrum der Entwicklungszusammenarbeit stehen, überproportional und über verschiedene Kanäle vom Klimawandel betroffen sind (siehe auch Kapitel 4). So leben etwa 70 Prozent der von extremer Armut betroffenen Menschen in ländlichen Gebieten (IFAD 2011). Die meisten davon sind von Landwirtschaft und Fischerei abhängig, beides Systeme, die durch klimatische Veränderungen stark tangiert sind. Die Anpassungsfähigkeit in diesen Gebieten ist aufgrund fehlender Ressourcen, Möglichkeiten und fehlenden Wissens eingeschränkt. Der Klimawandel wirkt sich zudem auch stark auf die Gesundheit der ärmsten Bevölkerungsschichten aus, weil sie oft in gefährdeten Gebieten wohnen oder auch, weil sie überproportional durch Unter- und Fehlernährung aufgrund von Nahrungsmittelknappheit und eingeschränkter Nahrungsmittelproduktion betroffen sind. Ebenso sind die ärmsten Bevölkerungsschichten stark

von klimatischen Auswirkungen auf die Infrastrukturen betroffen, da sie gerade auch in städtischen Ballungsgebieten in schlechten und unsicheren Gebäuden wohnen sowie von mangelhafter Infrastruktur abhängig sind (Field et al. 2014).

Nebst diesen direkten Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensgrundlagen der von Armut betroffenen Bevölkerungsgruppen gibt es auch eine Reihe von Auswirkungen etwa auf **Sicherheit oder Migration** (siehe dazu Kapitel 5.5 Migration und 5.6 Sicherheit), welche indirekt auch die Entwicklungszusammenarbeit tangieren.

Fragile Staaten sind geprägt von Armut, Instabilität und Gewalt. Der Klimawandel kann die Situation fragiler Staaten über verschiedene Wege weiter verschärfen und die Sicherheit der Bevölkerung beeinträchtigen. Dies wiederum hat einen starken Konnex zur Entwicklungszusammenarbeit. Staatliche Fragilität ist eines der grössten Hindernisse für eine wirkungsvolle und nachhaltige Bekämpfung der Armut (EDA 2017).

Migration ist seit jeher eine Strategie, mit der Menschen versuchen, der Armut zu entgehen, Risiken zu verhindern oder ein besseres Leben aufzubauen (DEZA 2014). Migration ist eine Folge verschiedener politischer, ökonomischer, gesellschaftlicher und Umweltfaktoren. Klimatische Veränderungen können hierbei mit einer Rolle für eine Migrationsentscheidung spielen und damit indirekt auch die Entwicklungszusammenarbeit tangieren.

### **Klimawandel gefährdet die Resultate der Entwicklungszusammenarbeit**

Der Klimawandel gefährdet die in den letzten Jahrzehnten erreichten Fortschritte in der Armutsbekämpfung und erschwert den wirtschaftlichen Aufschwung in vielen Entwicklungsländern. Die Wissenschaft geht davon aus, dass bereits heute die Armutsbekämpfung durch Folgen von Klimawandel und Wetterereignissen tangiert ist und künftig das Tempo bei der Armutsbekämpfung verlangsamt wird (Olsson et al. 2014). Der Klimawandel kann dazu führen, dass die Resultate der Entwicklungszusammenarbeit geschmälert oder insgesamt gefährdet werden. So können beispielsweise Investitionen in Infrastrukturen oder Gebäude zunichte gemacht werden, wenn diese durch Extremereignisse (z.B. Überschwemmungen) zerstört oder beschädigt werden.

### **Zunehmende Bedeutung von Klimaschutz und Anpassung in der Entwicklungszusammenarbeit**

Der Klimawandel stellt Entwicklungsakteure vor neue Herausforderungen. Einerseits sind Entwicklungsländer aufgrund ihrer Vulnerabilität besonders vom Klimawandel betroffen, andererseits tragen sie heute auch wesentlich zum Klimawandel bei. Sowohl Klimaschutz wie auch die Anpassung an den Klimawandel gewinnen deshalb in der Entwicklungszusammenarbeit zune-

mend an Bedeutung. Bereits heute ist die Anpassung an den Klimawandel zu einem Querschnittsthema der Entwicklungszusammenarbeit geworden, eine Tendenz, die sich wahrscheinlich in Zukunft noch verstärken wird. Klimaschutz, Klimaresilienz und Entwicklungszusammenarbeit sind in diesem Verständnis nicht eigenständige, klar voneinander abgegrenzte Themen, sondern beeinflussen sich gegenseitig. Klimaschutz und der Umgang mit den Folgen des Klimawandels sind demnach eng mit den Zielen der Entwicklungszusammenarbeit verknüpft und leisten einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der im Jahr 2015 von den Vereinten Nationen verabschiedeten Agenda 2030 für die nachhaltige Entwicklung.

Beispielsweise ist die Entwicklungszusammenarbeit gefordert, in Extremsituationen wie Dürreperioden oder Überflutungen humanitäre Hilfe zu leisten. Aber auch der Bedarf nach langfristigen Hilfeleistungen steigt, etwa zur Gewährleistung von nachhaltiger Wasserversorgung, Aufrechterhaltung der Gesundheitsversorgung und zur Unterstützung von Anpassungsmassnahmen (Challinor et al. 2016; Gupta et al. 2017). Dies kann dazu führen, dass vermehrt Mittel in Bereiche und Projekte fliessen, die den Umgang mit dem Klimawandel ins Zentrum stellen (z.B. für Projekte in den Bereichen Anpassung und Mitigation, Minderung des Katastrophenrisikos) oder stark von klimatischen Auswirkungen betroffen sind (natürliche Ressourcen, Landwirtschaft, Wasser). So sind weltweit die bilateralen Entwicklungshilfegelder, die für Klimaprojekte eingesetzt werden, von 18 Milliarden USD im Jahr 2010 auf rund 30 Milliarden USD im Jahr 2016 gestiegen (OECD-DAC 2017). Der Klimaanteil an der bilateralen Entwicklungsfinanzierung lag in der Periode 2014-2015 bei 17.5% (OECD-DAC 2017).

### **EZA liefert Lösungen zum Umgang mit Klimawandel**

Die Entwicklungszusammenarbeit ist nicht nur vom Klimawandel betroffen. Sie hat durch ihre Interventionen auch die Möglichkeit, Lösungen im Umgang mit dem Klimawandel und eine klimaresiliente Entwicklung in Partnerländern zu unterstützen. Sie kann direkt dazu beitragen, dass ihre Zielgruppen besser gewappnet sind, um mit diesen Herausforderungen umzugehen. Beispiele hierfür sind Ansätze für eine klimaresiliente Landwirtschaft, der effiziente Umgang mit knappen Wasserressourcen, die Vorsorge im Umgang mit Naturgefahren, aber auch Massnahmen im Bereich des Klimaschutzes. Gerade in Schwellenländern mit ihrem hohen Energie- und Ressourcenbedarf kann im Bereich der Mitigation mit begrenzten Mitteln eine grosse Hebelwirkung erzielt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es verschiedene Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Entwicklungszusammenarbeit gibt, und zwar in beide Richtungen. Die Entwicklungszusammenarbeit ist durch den Klimawandel betroffen, bietet aber auch Ansätze, mit dem

Klimawandel umzugehen. Der Klimawandel ist primär ein «risk multiplier», er verstärkt also bestehende Herausforderungen. Armut ist ein vielschichtiges Phänomen, das durch verschiedene gesellschaftliche, politische, soziale und physische Faktoren geprägt ist. Entsprechend ist auch die Entwicklungszusammenarbeit gefordert, die vielfältigen Aspekte von Armut anzugehen. Klimawandel ist dabei nur einer von vielen Faktoren.

### 5.7.2. Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz

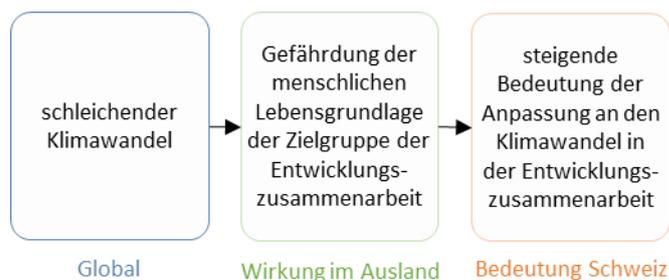
Die Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz engagiert sich bereits stark im Umgang mit dem Klimawandel. Minderung der Klimaveränderungen und die Anpassung an den Klimawandel sind zwei wichtige Prioritäten in der Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz. Im Jahr 2016 hat die Schweiz öffentliche Finanzmittel im Umfang **von 330 Millionen USD für die Klimafinanzierung** ausgegeben (FOEN 2018). Diese Gelder setzen sich zusammen aus Beiträgen für multilaterale Institutionen und Programme (zum Beispiel Beiträge an den Green Climate Fund oder Beiträge an Entwicklungsbanken) sowie Beiträge für bilaterale und multi-bilaterale Programme primär von DEZA und SECO. Von den bilateralen Beiträgen sind je die Hälfte der Mittel im Bereich der Anpassung an den Klimawandel und für Mitigation ausgegeben worden (FOEN 2018).

Spezifisch auf die Schweiz bezogen sind folgende Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklungszusammenarbeit zu erwarten:

#### Übersicht Wirkungsketten

- 1) Auswirkungen von schleichenden Klimaveränderungen auf die Zielgruppen der EZA
- 2) Auswirkungen von Naturgefahrenprozessen und Extremereignissen auf die Zielgruppen der EZA
- 3) Gefährdung der Investitionen durch den Klimawandel und Naturgefahrenprozesse
- 4) Bedarf nach verstärkter Integration von Klimathemen in die Entwicklungszusammenarbeit
- 5) Potenzielle Verlagerung von langfristiger Unterstützung zu kurzfristiger Nothilfe

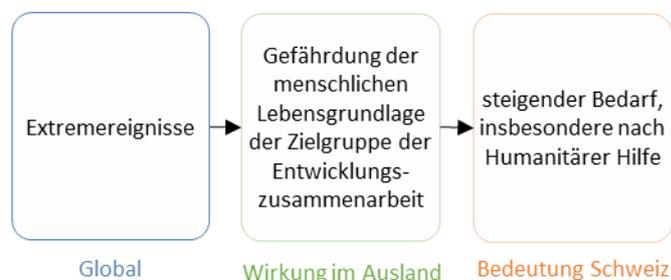
#### 1. Auswirkungen von schleichenden Klimaveränderungen auf die Zielgruppen der EZA



Der Klimawandel wirkt sich auf vielfältige Weise auf die Lebensgrundlagen der Menschen in Entwicklungsländern aus (z.B. durch Veränderungen des Wasserhaushalts und Einflüsse auf die landwirtschaftliche Produktion, siehe Details oben). Dies führt dazu, dass der Umgang mit dem Klimawandel und insbesondere die Anpassung an den Klimawandel in der Entwicklungszusammenarbeit an Bedeutung gewinnt.

*Relevanz für die Schweiz:* Die EZA der Schweiz ist besonders tangiert, da fast alle ihre Schwerpunktländer vulnerabel sind (siehe Kapitel 3.3). Zudem engagiert sich die Schweiz stark in ländlichen, landwirtschaftlich geprägten Gebieten, wo die Lebensgrundlage der Menschen stark von der Landwirtschaft abhängt. Deshalb hat die EZA Klimawandel bereits stark in ihre Programme integriert (Klimawandel als Mainstreaming-Thema bzw. als Komponente verschiedener Programme v.a. im Bereich ländliche Entwicklung, Ressourcenmanagement, Wasser). Zudem ist Klimawandel ein thematischer Schwerpunkt in verschiedenen Programmen, v.a. des Globalprogramms Klimawandel und Umwelt.

## 2. Auswirkungen von Naturgefahrenprozessen und Extremereignissen auf die Zielgruppen der EZA

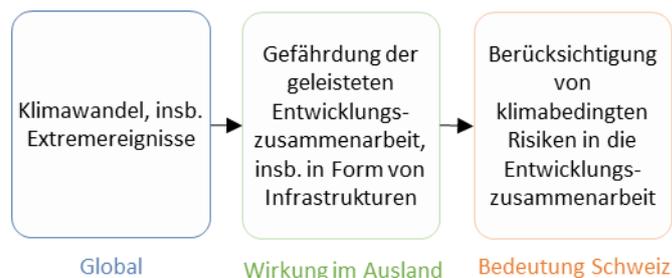


In Extremsituationen sind EZA und Humanitäre Hilfe gefordert, kurz- und langfristig Unterstützung zu leisten. Kurzfristig im Bereich der Humanitären Hilfe/Nothilfe (post disaster management) und langfristig in der Humanitären Hilfe (disaster prevention and preparedness) und in der technischen Zusammenarbeit zugunsten von Entwicklungsländern (Anpassung an Klimawandel).

*Relevanz für die Schweiz:* Verschiedene Schwerpunktländer der EZA der Schweiz waren in den letzten 20 Jahren sehr stark von klimabedingten Extremereignissen betroffen. Zu den zehn weltweit am stärksten betroffenen Ländern gehören die Schwerpunktländer/-regionen Zentralamerika (Honduras, Nicaragua, Guatemala), Haiti, Bangladesch und Pakistan (Kreft et al. 2017). Die Minderung des Katastrophenrisikos und die Anpassung an den Klimawandel wurden in

mehreren Kooperationsstrategien der DEZA für diese Regionen und Länder als prioritäre Handlungsfelder thematisiert.<sup>23</sup>

### 3. Gefährdung der Investitionen durch den Klimawandel und Naturgefahrenprozesse



Klimatische Veränderungen und extreme Ereignisse wie Überschwemmungen können Siedlungen und Infrastrukturen wie etwa schulische Einrichtungen, Gesundheitszentren, Spitäler, sanitäre Infrastruktur etc. zerstören, sofern diese in gefährdeten bzw. exponierten Gebieten erstellt sind. Investitionen, die in solche Einrichtungen getätigt wurden, können somit zunichte gemacht werden.

Schätzungen gehen davon aus, dass beispielsweise in Bangladesch aufgrund klimabedingter Schäden niederländische Entwicklungsinvestitionen von jährlich 60 Millionen Euro gefährdet sind (Clingendael 2015). In Bangladesch sind insbesondere Überschwemmungen und Versalzung der Böden durch den steigenden Meeresspiegel eine grosse Gefahr. Entsprechend ist ein integrales Wassermanagement ein wichtiges Element des Mehrjahresprogramms der niederländischen Botschaft in Bangladesch. Allerdings fehlt nach Einschätzung von Experten eine umfassende Langfriststrategie für die Anpassung an den Klimawandel.

*Relevanz für die Schweiz:* Die internationale Zusammenarbeit der Schweiz ist davon eher weniger betroffen, da sie selbst vergleichsweise wenig Mittel für Infrastrukturen bereitstellt und sich eher im Kapazitätsaufbau engagiert. Ausnahmen sind die Interventionen des SECO im Bereich städtische Infrastruktur und Versorgung (v.a. Wasser, sanitäre Grundversorgung, Abfallbewirtschaftung). In der Ostzusammenarbeit des SECO werden 52% der Mittel dafür eingesetzt (ca. 43 Millionen Schweizer Franken im 2016), in der EZA des SECO 15% der Mittel (38 Millionen Schweizer Franken im 2016) (DEZA/SECO 2017). Zudem finanziert das SECO Infrastrukturprojekte in der Energieversorgung.

<sup>23</sup> Zentralamerika: Resilienz, Anpassung an den Klimawandel und DRR ist einer von drei Interventionsstrategien der Kooperationsstrategie Zentralamerika 2013-2017 (DEZA 2013). Haiti: DRR ist einer von drei Interventionsbereichen der Kooperationsstrategie 2014-2017 (DEZA 2014b). Bangladesch: DRR und Anpassung an den Klimawandel wurde als Priorität (v.a. als Querschnittsthema) neben den Kernthemen der Kooperationsstrategie 2013-2017 definiert (EDA 2013).

Die Humanitäre Hilfe unterstützt unter dem Stichwort Disaster Risk Reduction Projekte zum Wiederaufbau von naturkatastrophenresistenten Infrastrukturen wie Schulen und Spitäler, Wiederaufforstungen und Schutzbauten (Der Bundesrat 2016).

#### 4. Bedarf nach verstärkter Integration von Klimathemen in die Entwicklungszusammenarbeit



Der steigende Bedarf nach Mitteln für Anpassungs- und Mitigationsmassnahmen in Entwicklungsländern erfordert auch Anpassungen in der Entwicklungszusammenarbeit. Da auch mit diesen zusätzlichen Herausforderungen insgesamt keine zusätzlichen Mittel verfügbar sind, geht es insbesondere darum, den Klimawandel und den Umgang damit als integralen Bestandteil der Entwicklungszusammenarbeit anzugehen. Entwicklungsprojekte müssen so ausgestaltet sein, dass sie die Resilienz gegenüber dem Klimawandel erhöhen. Spezifische Klimaanpassungs- oder Mitigationsprojekte müssen gleichzeitig auf Entwicklung und Armutsbekämpfung abzielen.

*Relevanz für die Schweiz:* Die Ausgaben für die öffentliche Entwicklungshilfe der Schweiz sind 2017 gegenüber den Vorjahren zurückgegangen. Der Anteil der öffentlichen Entwicklungshilfe (APD) ist ohne Anrechnung der Asylkosten von 0,44% im 2015 auf 0,41% des Bruttonationaleinkommens im Jahr 2017 gesunken (DEZA/SECO 2017; DEZA/SECO 2018). Es wird also verstärkt darum gehen, den Klimawandel innerhalb des bestehenden Finanzrahmens als Querschnittsthema zu integrieren. Mit dem Ansatz des «Climate proofing and mainstreaming» (siehe dazu auch Kapitel 5.7.3) in den EZA Projekten soll sichergestellt werden, dass dies gelingt und Investitionen nachhaltiger werden.

## 5. Potenzielle Verlagerung von langfristiger Unterstützung zu kurzfristiger Nothilfe



Extremereignisse können dazu führen, dass verstärkt Mittel zur Nothilfe benötigt werden, die dann für die langfristige EZA fehlen (Vonk et al. 2015). So ist beispielsweise in Grossbritannien die humanitäre Hilfe ein von Jahr zu Jahr schwankender Ausgabenposten der offiziellen Entwicklungszusammenarbeit (DfID). Unvorhergesehene Ausgaben können entstehen, wenn grosse hydrometeorologische Ereignisse mit Folgen für die Zielgruppen der Entwicklungszusammenarbeit auftreten. Dies war etwa beim Taifun Haiyan auf den Philippinen (2013), der Flut in Pakistan (2010) oder bei Dürren am Horn von Afrika (2011 und 2017) der Fall. Die nötigen Ausgaben für Nothilfe haben dazu geführt, dass Mittel für langfristige Entwicklung und Stärkung der Resilienz gefehlt haben (Challinor et al. 2016). Zu dem Zeitpunkt sind weltweit nur gerade fünf Prozent der Mittel für humanitäre Hilfe in die Katastrophenvorsorge (disaster prevention and preparedness) geflossen, welche langfristigen Charakter haben (Development Initiatives 2015).

*Relevanz für die Schweiz:* Die Humanitäre Hilfe der Schweiz fokussiert ihre Mittel mit der Botschaft 2017-2020 stärker auf die humanitäre Nothilfe. Rund zwei Drittel der humanitären Gelder werden für Nothilfe eingesetzt, vor allem für den Schutz der meistbetroffenen Zivilbevölkerung und deren Versorgung (Der Bundesrat 2016). Daneben engagiert sich die Humanitäre Hilfe auch in langfristiger orientierten Bereichen wie Vorsorge von Naturkatastrophen, Wiederaufbau und Rehabilitierung nach Naturkatastrophen.

Eine Umlagerung von Entwicklungshilfegeldern zur Humanitären Hilfe ist kurzfristig nur bedingt möglich, da es sich um separate Rahmenkredite handelt.

### 5.7.3. Handlungsansätze

In der Entwicklungszusammenarbeit gibt es verschiedene Ansätze und Stossrichtungen, um die Auswirkungen des Klimawandels adäquat zu berücksichtigen. Vieles davon wird in der Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz bereits getan. Im Folgenden werden mögliche Handlungsansätze für die Schweiz beleuchtet, die im Kontext Klimawandel und Entwicklungszusammenarbeit diskutiert, weiterentwickelt und ergänzt werden können.

### **Klimaaspekte in der Entwicklungszusammenarbeit und in der Humanitären Hilfe stärken**

Grundsätzlich könnte sich die Entwicklungszusammenarbeit und die Humanitäre Hilfe noch stärker im Klimabereich engagieren, indem sie zum Beispiel mehr spezifische Klimaprojekte (Mitigations- und Anpassungsprojekte, langfristig orientierte Ansätze zur Stärkung der Resilient etc.) unterstützt oder den Bereich Katastrophenvorsorge in der Humanitären Hilfe weiter stärkt. Auch wäre es theoretisch denkbar, noch stärker in vulnerablen Regionen aktiv zu werden und damit Klimaaspekten stärkeres Gewicht zu verleihen. Ob diese Wege aber angezeigt sind, lässt sich nicht einseitig aus der Klimaoptik beantworten. Wie erwähnt ist der Klimawandel nur einer von vielen Faktoren, die sich auf die Lebensgrundlagen der Ärmsten und/oder vulnerabelsten Gruppen auswirkt. Ein zu starker Fokus auf Klimaaspekte kann angesichts beschränkter Finanzmittel für die Entwicklungszusammenarbeit zulasten anderer wichtiger Bereiche gehen.

### **Klimawandel als Querschnittsthema integrieren**

Wie erwähnt verstärkt der Klimawandel oftmals bestehende Risiken und tangiert verschiedenste Bereiche der Entwicklungszusammenarbeit. Es ist deshalb zentral, mögliche Auswirkungen auf die Themen und Arbeitsfelder der Entwicklungszusammenarbeit unter Einbezug von Klimaszenarien angemessen zu berücksichtigen. Ansonsten besteht die Gefahr von Fehlallokation der Mittel. Um dies zu verhindern gilt es, Klimaaspekte als Querschnittsthema in die Entwicklungszusammenarbeit zu integrieren. Stichworte dazu sind das «mainstreaming» von Klimawandel sowie das «climate proofing» von Investitionen.

Die Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz hat diese Stossrichtung in den letzten Jahren stark ausgebaut. Mit dem von der DEZA entwickelten Mainstreaming-Tool CEDRIG (Climate, Environment and Disaster Risk Reduction Integration Guidance) besteht ein Instrument zur systematischen Integration von Klima-, Umwelt- und DRR-Aspekten in Strategien, Programme und Projekte der Entwicklungszusammenarbeit. Das Instrument wurde bei verschiedenen neuen Initiativen erfolgreich angewendet. Es leistet damit einen Beitrag zur Sensibilisierung der Entwicklungsakteure und zu besseren, klimageprüften Initiativen.

### **Transnationale Auswirkungen des Klimawandels in der Entwicklungszusammenarbeit berücksichtigen**

Wie auch in anderen Sektoren und Themen wird die Anpassung an den Klimawandel in der Entwicklungszusammenarbeit oft nur territorial angegangen. Das heisst, dass primär die Klimawirkungen innerhalb eines Landes oder einer Region analysiert und ausschliesslich die Folgen vor

Ort thematisiert werden. Dass die Bevölkerung auch von transnationalen Auswirkungen des Klimawandels betroffen ist, wird vielfach ausser Acht gelassen.

Beispielsweise im Senegal ist Reis eines der Hauptnahrungsmittel der Bevölkerung. Dieser wird mehrheitlich aus Thailand und Vietnam importiert und nur zu einem kleinen Teil im Land selber produziert. Der importierte Reis wird vielfach in tiefliegenden Küstengebieten angebaut, welche durch einen Anstieg des Meeresspiegels und durch Bodenversalzung bedroht sind. Dies kann zu einer Verknappung der Anbauflächen und zu steigenden Weltmarktpreisen für Reis führen. Für die Bevölkerung im Senegal kann dies einschneidende Folgen haben und die Ernährungssicherheit stark beeinträchtigen. Dies zeigte sich etwa in der Nahrungsmittelkrise 2008, die zu sozialen Unruhen in Dakar führte (Benzie 2015).

Für die Entwicklungszusammenarbeit bedeutet das, dass sie in ihren Strategien verstärkt die gesamte Wertschöpfungskette (z.B. eines landwirtschaftlichen Produkts) angehen und der Bedeutung importierter Güter Rechnung tragen sollte. Dies führt zu einem stärker systemischen Ansatz, der beispielsweise das gesamte Ernährungssystem angeht anstatt nur die Produktion und Weiterverarbeitung vor Ort. Auch regionale Ansätze, die über das Territorium eines einzelnen Landes hinausgehen, könnten unter dieser Optik gestärkt werden. Solche Ansätze sind insbesondere auch beim Umgang mit Wasser angezeigt. Mit dem Klimawandel schmelzen weltweit die Gletscher, was die Abflussregimes von Flüssen verändert und langfristig vor allem im Sommer zu Wassermangel im Quellgebiet wie auch in unterliegenden Ländern führen kann. Ein grenzüberschreitendes Wassermanagement kann die transnationalen Auswirkungen des Klimawandels verstärkt berücksichtigen.

### **Zusammenhängende globale Risiken und Politiken angehen**

Ursachen und Folgen globaler Risiken und Chancen sind in hohem Masse verknüpft. Über klimatische Einflüsse bestehen unzählige Verbindungen zum Beispiel zwischen dem globalen Ernährungssystem, Migration und geopolitischen Risiken und Konflikten. Vielfach fehlt es aber an strategischer Zusammenarbeit zwischen diesen Bereichen, es fehlt die Koordination zwischen Politiken und Strategien in den Bereichen Entwicklungszusammenarbeit, Humanitäre Hilfe, Aussenhandel und Sicherheit (Challinor et al. 2016). Die Entwicklungszusammenarbeit als eine der Akteure ist gefordert, diese Verknüpfungen zu thematisieren und in ihre Arbeit einzubeziehen. Unter dem Stichwort Politikkohärenz für nachhaltige Entwicklung bemüht sich die internationale Zusammenarbeit der Schweiz darum, Synergien zwischen verschiedenen Instrumenten der internationalen Zusammenarbeit und anderen aussenpolitischen Instrumenten zu schaffen (Der Bundesrat 2016). Der Klimawandel als einer der Faktoren, der in all diese Politiken hineinspielt, könnte in den Bestrebungen nach mehr Kohärenz stärker berücksichtigt werden.

## **6. Fazit**

### **6.1. Schlussfolgerungen**

Die starke globale Vernetzung führt dazu, dass sich die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auch auf die Schweiz auswirken können. Die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland bringen für die Schweiz je nach Einflussbereich unterschiedliche Risiken und Chancen mit sich. Die Schweiz hat aber auch je nach Einflussbereich unterschiedliche Möglichkeiten, um mit diesen Risiken und Chancen umzugehen. Tabelle 5 zeigt in einer Übersicht für alle analysierten Einflussbereiche die Relevanz des Klimawandels im Ausland, die Exposition der Schweiz gegenüber dem Klimawandel im Ausland sowie die Hebel auf, über welche die Schweiz darauf Einfluss nehmen kann.

Tabelle 5: Übersicht zu den Risiken und Chancen der Auswirkungen des Klimawandels im Ausland für die Schweiz

Einflussbereich	Relevanz des Klimawandels im Ausland	Exposition der Schweiz gegenüber Klimawandel im Ausland	Möglichkeiten der Schweiz
Wirtschaftsleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veränderten Produktionsbedingungen und Produktionseinbussen im Beschaffungsland aufgrund des Klimawandels.</li> <li>▪ Beeinträchtigung der Wirtschaftsentwicklung und veränderte Nachfragestruktur im Absatzland aufgrund des Klimawandels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposition unterschiedlich je nach Unternehmen, Zulieferketten und Substituierbarkeit importierter Güter (u.a. hohe Exposition bei hochspezialisierten Vorleistungsgütern).</li> <li>▪ Risiken bei Unternehmen mit hohen Exporten in vulnerable Länder, aber auch Chancen für Exporte für Produkte/Knowhow zu Klimaanpassung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Privatwirtschaft hat Hebel zum Umgang mit Risiken und Chancen, u.a. Diversifizierung von Zulieferketten und Absatzmärkten oder Zusammenarbeit mit Zulieferern zur Stärkung der Resilienz.</li> <li>▪ Klimarisiken sind noch systematischer in Betriebsführung und Investitionsentscheidungen zu integrieren.</li> </ul>
Nahrungsmittelversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potentiell hohe Auswirkungen des Klimawandels auf alle Aspekte der Nahrungsmittelversorgung.</li> <li>▪ Grosse Unterschiede der Auswirkungen je nach Standort, Nahrungsmittel oder Transportroute. Insgesamt eher negative Auswirkungen erwartet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nahrungsmittelimporte primär aus wenig vulnerablen EU Ländern, aber ausgewählte, für Schweizer Lebensmittelindustrie wichtige Vorleistungsprodukte wie Kakao oder Kaffee aus vulnerablen Gebieten.</li> <li>▪ Konzentrationen auf dem Markt (z.B. Soja aus Brasilien) erhöhen klimabedingte Risiken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integration von Klimarisiken in Beschaffungsprozesse der Privatwirtschaft.</li> <li>▪ Bei Vorleistungen z.T. Diversifizierung umgesetzt (insb. Donausoja), bei Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln hohe Konzentration mit wenig Einflussmöglichkeiten der Schweiz.</li> </ul>
Energieversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Relevante Auswirkungen des Klimawandels auf Abbauanlagen, Raffinerien und Transportrouten für fossile Energien.</li> <li>▪ Relevante Auswirkungen auf Stromnetze.</li> <li>▪ Relevante Auswirkungen auf Produktion erneuerbarer Energien (Wasser, Wind, Sonne).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Starke Abhängigkeit vom Import von Energieträgern, die z.T. aus vulnerablen Ländern stammen (Erdöl).</li> <li>▪ Stromnetz ist eng mit demjenigen anderer europäischer Länder verbunden.</li> <li>▪ Investitionen in erneuerbare Energien in europäischen Ländern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei fossilen Energien bestehen Hebel wie Pflichtlager für Erdöl, mehrere Pipelines für Erdgas, Anschlüsse an europäische Erdgasspeicher.</li> <li>▪ Hohe Grenzkapazität bei Elektrizität kann klimabedingte Unterbrüche abfedern.</li> <li>▪ Bei Auslandsinvestitionen ist Klimawandel künftig verstärkt zu berücksichtigen.</li> </ul>

Einflussbereich	Relevanz des Klimawandels im Ausland	Exposition der Schweiz gegenüber Klimawandel im Ausland	Möglichkeiten der Schweiz
Finanzdienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hohe Relevanz des Klimawandels v.a. bei langfristigen Investitionen (z.B. Infrastrukturen).</li> <li>▪ Klimawandel hat bereits heute Auswirkungen auf Versicherungen.</li> <li>▪ Regulatorische Risiken und technologische Entwicklung sind ebenfalls zentral für Finanzdienstleistungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimabedingte Risiken werden im für die Schweiz relevanten Vermögensverwaltungsgeschäft v.a. von Kunden getragen. Klimaexponiertes Kreditgeschäft für die Schweiz weniger bedeutend.</li> <li>▪ Schweizer Versicherungsunternehmen auch in Ländern tätig, welche häufig von Extremereignissen betroffen sind.</li> <li>▪ Potenziell Gefahr systemischer Risiken für die Finanzindustrie aufgrund des Klimawandels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimarisiken in den Anlagenanalysen bereits teilweise berücksichtigt, aber noch nicht genügend und insbesondere noch zu wenig bezüglich systemischer Risiken.</li> <li>▪ Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels gehören zum Kerngeschäft der Versicherungen.</li> </ul>
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimawandel als Multiplikator erhöht Risiken für die menschliche Sicherheit und gewalttätige Konflikte. Andere Kontextfaktoren sind entscheidend.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risiko für menschliche Sicherheit kann in vulnerablen Ländern mit fragilen Kontexten steigen, in welchen die Schweiz z.T. aufgrund wirtschaftlicher Tätigkeiten, politischer Interessen oder der Entwicklungszusammenarbeit engagiert ist (z.B. Horn von Afrika).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Über Entwicklungszusammenarbeit, humanitäre Hilfe und Diplomatie kann CH Risiko für menschliche Sicherheit in betroffenen Ländern reduzieren. Schweizer EZA legt einen Schwerpunkt auf fragile Staaten.</li> </ul>
Migration	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimawandel als Verstärker sozialer, ökonomischer oder politischer Probleme. Kann nur in Kombination mit anderen Faktoren dazu beitragen, dass sich Menschen zu Migration entscheiden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schweiz kein primäres Zielland für 'klimabeeinflusste' Migration, da diese i.d.R. über kürzere Distanzen stattfindet (z.B. Land – Stadt) und oft temporärer Natur ist.</li> <li>▪ Diaspora von Menschen aus vulnerablen Ländern und Arbeitsmarktsituation könnte Wahl der Schweiz als Zielland aber begünstigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unterstützung der Resilienz von Menschen in Ursprungsländern sowie Unterstützung von Herkunfts-, Transit-, und Zielländern über EZA und humanitäre Hilfe.</li> <li>▪ Bei der Arbeitsmigration (u.a. aus Südeuropa) aufgrund des verstärkenden Faktors Klimawandels v.a. Hebel im Bereich Arbeitsmarktpolitik.</li> </ul>
Entwicklungszusammenarbeit (EZA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimawandel beeinträchtigt Lebensgrundlagen der Zielgruppen der EZA vielerorts stark und kann Resultate der EZA beeinträchtigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schwerpunktländer der EZA sind primär vulnerable Länder. Zudem oft Fokus auf Menschen in ländlichen Räumen mit grosser Abhängigkeit von natürlichen Ressourcen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schweizer EZA engagiert sich bereits stark in Anpassungs- und Mitigationsprojekten und hat Klimawandel als Querschnittsthema integriert.</li> </ul>

Tabelle INFRAS.

In der Folge werden die wichtigsten bereichsübergreifenden Analyseergebnisse synthetisiert.

### **Globaler Klimawandel einer von mehreren Risikofaktoren**

Klimawandel ist in allen Einflussbereichen einer von mehreren Faktoren, welcher sich auf die Risiko- und Chancenlandschaft auswirkt. Er ist vielfach ein Multiplikator für sonstige Risiken und wirkt sich in der Regel nur im Kombination mit anderen Faktoren auf die verschiedenen Einflussbereiche aus. Wie wichtig der Faktor Klimawandel im Ausland ist, hängt stark von den einzelnen Gütern, Dienstleistungen und Wirkungszusammenhängen ab. Bedeutend ist der Klimawandel potenziell in Bereichen, die stark mit natürlichen Ressourcen verknüpft sind wie etwa die Nahrungsmittelversorgung und welche sich auf die Wirtschaftsleistung eines Landes auswirken. In Bereichen wie der Sicherheit und der Migration ist die Wirkung des Klimawandels eher indirekt und von der Bedeutung her schwieriger einzuschätzen.

### **Globaler Klimawandel verstärkt Risiken aber auch Chancen der Globalisierung**

Viele Risiken und Chancen hängen mit den Risiken und Chancen einer globalisierten Welt zusammen. Was an einem Ort der Welt passiert, kann sich über Handelsverflechtungen, politische Beziehungen oder Migrationsströme auf die ganze Welt bzw. auf andere, weit entlegene Gebiete auswirken. Auch kleinräumige Auswirkungen des Klimawandels in einer Region der Welt können sich auf andere Länder und auch auf die Schweiz auswirken. Die starke globale Vernetzung ermöglicht es aber auch, auf regionale Beeinträchtigungen zu reagieren, global auszugleichen und in ihrer Wirkung für die Schweiz zu mildern.

### **Die Schweiz ist gegenüber dem Klimawandel im Ausland relativ stark exponiert**

Die Exposition der Schweiz gegenüber dem Klimawandel im Ausland ist je nach Einflusskanal und Produkt unterschiedlich. Während der Klimawandel im Ausland beim Import gewisser landwirtschaftlicher Güter eine grosse Rolle spielt, gibt es aber auch spezifische Eigenheiten, welche die Exposition reduzieren. So ist etwa das vergleichsweise 'klimaexponierte' Kreditvergabe-geschäft der Schweizer Banken im Ausland nicht so bedeutend. Und schliesslich erfolgt die klimabedingte Migration meist nicht über längere Distanzen, weshalb die Schweiz dank ihrer Lage im Zentrum Europas weniger stark direkt betroffen ist.

Eine quantitative Abschätzung, wie stark die Schweiz vom Klimawandel im Ausland tangiert ist, lässt sich aufgrund dieser Grundlagenstudie nicht vornehmen. Insgesamt gehen Studien davon aus, dass die Schweiz wegen der starken Handelsverflechtungen vergleichsweise stark von den Auswirkungen des Klimawandels im Ausland betroffen ist (Benzie et al. 2016).

**Die Bedeutung des globalen Klimawandels wird künftig ansteigen**

Bereits heute machen sich die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland in der Schweiz bemerkbar. Die Auswirkungen des globalen Klimawandels werden künftig weiter zunehmen und besonders für Investitionen mit langem Zeithorizont relevant werden. Dies betrifft vor allem Sektoren mit langen Investitionszyklen wie etwa den Energiesektor mit Investitionen in Windanlagen im Ausland oder die Entwicklungszusammenarbeit. Diese müssen Klimarisiken im Ausland deshalb schon heute in ihre Entscheide integrieren. Die Versicherungen spielen für alle Bereiche langfristig eine zentrale Rolle. Wenn die Versicherbarkeit für bestimmte Sachwerte und Aktivitäten wegen des Klimawandels künftig nicht mehr gegeben ist, werden die Risiken für die Akteure in den verschiedenen Bereichen ansteigen.

**Investitionen in die Mitigation helfen, die künftigen Risiken zu minimieren**

Wie gross die Risiken des Klimawandels im Ausland für die Schweiz künftig sein werden, lässt sich wie erwähnt nicht quantitativ abschätzen. Klar ist aber, dass diese Risiken berücksichtigt und möglichst reduziert werden sollten. Auch wenn der Fokus dieser Studie auf dem Umgang mit den Folgen des Klimawandels im Ausland und der Anpassung liegt, ist zu betonen, dass die Mitigation für alle analysierten Einflussbereiche ein zentrales Element der Risikominimierung ist. Investitionen in den Klimaschutz sind unerlässlich, um auch die Risiken des Klimawandels im Ausland handhabbar zu halten.

**Unterschiedliche Akteure mit unterschiedlichen Hebeln und Handlungsansätzen**

Die Akteure in der Schweiz können auf internationale Klimarisiken und -chancen reagieren. Im Import und Export von Gütern und Dienstleistungen sind vor allem die Schweizer Unternehmen angehalten, klimabedingte Risiken und Chancen in ihren Geschäftspraktiken zu integrieren. Sind kritische Infrastrukturen wie die Energieversorgung betroffen, werden bereits heute auch vom Staat Massnahmen getroffen, um diese zu schützen.

Dort, wo es vor allem um die Lebensgrundlagen von Menschen geht, also bei Sicherheit, Migration und Entwicklungszusammenarbeit, ist der Staat gefordert, die Auswirkungen des globalen Klimawandels adäquat zu berücksichtigen. Einflussmöglichkeiten bestehen sowohl über bilaterale Kanäle als auch über die Zusammenarbeit auf multilateraler Ebene.

**Diversifizierung und Redundanz als wichtige Stossrichtungen**

Wie gross die internationalen Klimarisiken bei Import und Export von Gütern und Dienstleistungen sind, hängt entscheidend von der Diversifizierung ab. Besteht die Möglichkeit, Güter und Dienstleistungen aus vulnerablen Gebieten durch solche aus nicht vulnerablen Gebieten zu be-

schaffen, können die Risiken minimiert werden. Diversifizierung von Zulieferketten und Absatzmärkten, aber auch die Redundanz der Infrastruktur sind probate Ansätze, um die Risiken zu streuen, Chancen zu nutzen und die Stabilität des Systems zu sichern.

Umgekehrt gilt es, den Blick für Produkte zu schärfen, bei denen es eine Marktkonzentration gibt und die kaum substituiert werden können, etwa hochspezialisierte Vorleistungsgüter der Elektronik- oder der Maschinenindustrie oder Futtermittel und Saatgut. Eine klimabedingte Beeinträchtigung der Zulieferkette könnte hier potenziell gravierende Auswirkungen auf wichtige Wirtschaftsbranchen in der Schweiz haben.

### **Staatliches Engagement für mehr Klimaresilienz in Gebieten mit grossen Klimarisiken**

Staatliche Akteure haben im Umgang mit dem Klimawandel im Ausland eine andere Aufgabe als Wirtschaftssubjekte. Es geht hier nicht darum, die Risiken mittels Diversifikation oder Minimierung der Beziehungen zu vulnerablen Ländern zu reduzieren. Vielmehr geht es darum, das Engagement in Ländern mit hohen Klimarisiken zu pflegen und deren Resilienz zu stärken. Dies ist nicht nur zum Vorteil dieser Länder, sondern auch im Interesse der Schweiz. Werden vulnerable Länder im Umgang mit dem Klimawandel gestärkt, besteht ein geringeres Risiko für die menschliche Sicherheit. Es gilt deshalb, Klimawandel als Querschnittsthema adäquat in die verschiedenen Politiken zu integrieren.

### **Information und Sensibilisierung**

Mehr Informationen und bessere Daten sind notwendig, um die klimabedingten Risiken besser zu verstehen und vermehrt auch umfassende und quantitative Analysen zu ermöglichen. Dazu können Akteure aus Privatwirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft einen Beitrag leisten. Schliesslich sind aber auch die Unterstützung und die Sensibilisierung durch die öffentliche Hand nötig, indem Informationen und Daten bereitgestellt, Forschung ermöglicht und wo nötig staatliches Handeln und regulatorische Massnahmen ergriffen werden.

## **6.2. Ausblick**

Die internationalen Klimarisiken und Chancen der Schweiz sind noch wenig analysiert und in vielen Einflussbereichen noch kaum thematisiert. Die Sensibilisierung von staatlichen und privaten Akteuren für diese globalen Risiken und Chancen ist ein wichtiger erster Schritt. Die vorliegende Auslegeordnung leistet dazu einen Beitrag, indem die Risiken und Chancen qualitativ und in einer grossen thematischen Breite aufgeführt werden.

Für eine bessere Abschätzung der Relevanz und der Exposition der Schweiz gegenüber dem Klimawandel im Ausland gilt es, mögliche Wirkungszusammenhänge und Handlungsoptionen vertiefter zu analysieren. Denkbar sind unterschiedliche Ansätze für vertiefende Analysen:

### **Quantifizierung von Wirkungsketten**

Quantifizierungen sind vor allem im Bereich der wirtschaftlichen Verflechtungen und Handelsströme sowie der Finanzdienstleistungen denkbar, weil hier notwendige Datengrundlagen (u.a. Aussenhandelsstatistik) vorhanden sind bzw. aktuell in Erarbeitung sind (z.B. TCFD). Im Rahmen eines laufenden Projekts wurden für Deutschland für ausgewählte Wirkungsketten die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auf die Handelsströme modelliert (INFRAS et al. 2018). Entsprechende Modellierungen sind aber sehr aufwändig.

### **Vertiefungen und Fallbeispiele nach einzelnen Einflussbereichen, Branchen, Unternehmen oder Gütern**

Die vorliegende Grundlagenstudie setzt bewusst auf einer übergeordneten Ebene an und thematisiert sehr unterschiedliche Einflussbereiche. In einem weiteren Schritt lohnt es sich, gewisse Bereiche zu vertiefen und auf bestimmte Zusammenhänge zu fokussieren. Denkbar ist etwa die Thematisierung weiterer Einflussbereiche, welche hier nur ansatzweise thematisiert werden wie etwa Gesundheit, Pharmaindustrie oder Informations- und Kommunikationstechnologie. So ist etwa zu erwarten, dass die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und menschlicher Gesundheit zunehmen werden. Die Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auf die Gesundheit in der Schweiz sind derzeit aber sehr schwierig abzuschätzen, weshalb eine solche Vertiefung zusätzliche Erkenntnisgewinne bringen würde.

Weiter können für ein besseres Verständnis von Wirkungszusammenhängen Analysen und Fallstudien zu einzelnen Handelsgütern (z.B. Kaffee, Kakao, Soja), zu ausgewählten Unternehmen mit starken Handelsverflechtungen oder auch zu einzelnen Branchen (z.B. Tourismus, Umwelttechnik/Wassertechnologien) durchgeführt werden. Die Analysen und Fallstudien würden voraussichtlich mehrere Wirkungsketten berücksichtigen.

### **Vertiefte Analysen einzelner Wirkungsketten**

Die Identifikation wichtiger Wirkungsketten, über welche der globale Klimawandel Auswirkungen auf die Schweiz haben kann, sind ein zentrales Resultat dieser Grundlagenstudie. Die Verfeinerung der Wirkungsketten sowie deren vertiefte Analyse helfen nicht nur, potenziell für die Schweiz relevante Zusammenhänge besser zu verstehen, sondern können auch methodische Erkenntnisgewinne liefern. Je nach Komplexität der Wirkungsketten und der verfügbaren Daten können unterschiedliche qualitative und quantitative Methoden genutzt und kombiniert werden. Daraus können auch Lehren für künftige Analysen in diesem Themenfeld gezogen werden.

Tabelle 6 liefert Vorschläge für Wirkungsketten, für welche vertiefte Analysen von Interesse sein könnten:

**Tabelle 6: Vorschläge für Wirkungsketten, die vertieft werden können**

<b>Wirkungskette</b>	<b>Mögliche Vertiefung</b>	<b>Begründung</b>
Wirtschaftsleistung: Lieferverzögerungen und höhere Preise importierter Vorleistungsgüter aufgrund Schäden an Produktionsanlagen im Ausland	Fallbeispiel zu Auswirkungen der Flut in Thailand 2011 auf Festplattenproduktion und Auswirkungen auf die Schweiz (Lieferengpässe, Verteuerung von Festplatten).	Es können Lehren aus einem konkreten Beispiel gezogen und mit Analogien gearbeitet werden.
Wirtschaftsleistung: Komparative Vorteile für die Tourismusdestination Schweiz aufgrund sinkender Attraktivität von Tourismusdestinationen im Ausland	Analyse der komparativen Vorteile des Schweizer Tourismus, differenziert nach Tourismusregionen in der Schweiz (Berggebiete, Städte). Modellanalysen zur Gesamtschweiz wurden bereits durchgeführt (Vöhringer et al 2017).	Vertiefung im Sinne einer Branchenstudie. Es kann auf bestehenden Arbeiten aufgebaut werden.
Wirtschaftsleistung: Neue Exportchancen aufgrund veränderter Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen zur Anpassung an den Klimawandel	Analyse einzelner Branchen oder Unternehmen, die solche Produkte anbieten (z.B. Umwelttechnik, Wassertechnologie).	Vertiefung als Beispiel für mögliche Chancen durch Klimawandel im Ausland.
Nahrungsmittelversorgung: Veränderung von Verfügbarkeit, Qualität und Preis importierter landwirtschaftlicher Produkte aufgrund Produktionseinbussen im Ausland	Vertiefung anhand ausgewählter landwirtschaftlicher Produkte, z.B. Kaffee oder Kakao.	Klassisches Beispiel zum Aufzeigen der Auswirkungen des Klimawandels im Ausland. Klimasensitive Produkte mit hoher wirtschaftlicher Relevanz für die Schweiz.
Energieversorgung: Auswirkungen auf Investitionen in erneuerbare Energien im Ausland aufgrund Leistungseinbussen durch Klimawandel	Fallbeispiele zu einzelnen Unternehmen, einzelner Technologien (z.B. Windkraft) oder einzelner Regionen, in denen Schweizer Energieunternehmen bereits aktiv sind (z.B. Norddeutschland).	Investitionen im Ausland scheinen für Schweizer Energieunternehmen wichtiger zu werden. Klimatische Faktoren könnten künftig wichtiger werden (zurzeit aufgrund der Fristigkeiten der Kredite kaum ein Thema).
Finanzdienstleistungen: Systemische Risiken für das Finanzsystem aufgrund des Klimawandels	Analyse systemischer Risiken und Zusammenhänge für die Schweiz, aufbauend auf bestehenden Arbeiten und Initiativen (u.a. Taskforce on Climate-related Disclosure)	Vertiefung als Beispiel für eine hochkomplexe Wirkungskette mit potenziell sehr grosser Relevanz für die Schweiz. Es kann auf bestehenden Arbeiten aufgebaut werden.
Sicherheit/Migration/Entwicklungszusammenarbeit: Auswirkungen auf Sicherheitspolitik, Migration und Entwicklungszusammenarbeit durch Gefährdung der menschlichen Lebensgrundlage in Entwicklungsländern	Analyse der komplexen Zusammenhänge zwischen Umwelt- und Sicherheitsrisiken in einer Region mit fragilem Kontext, in welcher die Schweiz engagiert ist (z.B. Horn von Afrika oder Teilregion).	Vertiefung zur Analyse von hochkomplexen Zusammenhängen über mehrere Einflussbereiche hinweg. Erlaubt Aussagen zu Interdependenzen verschiedener Faktoren vor Ort. Es kann u.a. auf Arbeiten von anderen Ländern, wie Deutschland zur Sahelregion, aufgebaut werden.

Tabelle INFRAS.

### **Vertiefung und Ergänzung von Handlungsansätzen**

Ziel des Forschungsprojektes war die Identifikation und Analyse relevanter Wirkungsketten und Einflussbereiche, über welche der Klimawandel im Ausland Auswirkungen auf die Schweiz hat. Der Umgang mit den daraus resultierenden Risiken und Chancen war kein Schwerpunkt dieses Vorhabens. Künftig wird es aber verstärkt darum gehen, aus diesen Analysen Handlungsoptionen abzuleiten und umzusetzen. Die aufgeführten Handlungsansätze je Einflussbereich geben dazu erste Hinweise, sollten aber aufgrund vertiefter Analysen weiter konkretisiert werden. Insbesondere ist auch verstärkt herauszuarbeiten, welche Rolle private und staatliche Akteure im Umgang mit dem Klimawandel im Ausland haben und welche Massnahmen auf betrieblicher bzw. auf nationaler Ebene ergriffen werden können und sollen.

## Annex

Folgende Interviews wurden durchgeführt:

**Arni, Liselotte**, Managing Director, Head Environmental and Social Risk, UBS, 13.6.2018.

**Banfi, Silvia**, Leiterin Research, Bereich Energiewirtschaft, **Cyril Ducatez**, Mitarbeiter Research, **Urs Schön**, Projektleiter, Bereich Unternehmens- und Geschäftsentwicklung, EWZ, 5.6.2018.

**Brem, Stefan**, Chef Risikogrundlagen/Forschungskoordination, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), 8.5.2018.

**Döbeli, Sabine**, CEO, Swiss Sustainable Finance (SSF), 5.6.2018.

**Eberhard, Pius**, Leiter strategische Projekte und Branchenarbeit, fenaco, 16.5.2018.

**Gansner, Patrick**, Chef Strategie und Internationales, Bereich Sicherheitspolitik, Generalsekretariat des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) 18.1.2018.

**Gerber, David**, Stv. Leiter Politikkoordination, Leiter Marktpolitik, **und Ines Barnetta**, Senior Policy Advisor, Marktpolitik, Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF), 18.6.2018.

**Gutzwiller, Lukas**, Bereichsleiter Energiepolitik, Abteilung Energiewirtschaft, **und Leoni Jossen**, Bundesamt für Energie (BFE), 25.5.2018.

**Haudenschild, Ueli**, Leiter Geschäftsstellen Ernährung & Heilmittel, Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL), 16.5.2018.

**Weinhofer, Georg**, Leiter Fachstelle Logistik, **und Bruno Cabernard**, Leiter Nachhaltigkeit, Coop, 17.5.2018.

**Wenger, Andreas**, Direktor, Center for Security Studies (CSS), Professor für internationale und Schweizer Sicherheitspolitik, ETH Zürich, 24.1.2018.

## Glossar

**Anpassung (Adaptation):** Initiativen und Massnahmen zur Verringerung der Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels (BAFU 2012, basierend auf IPCC).

**Anpassungsfähigkeit:** Die Gesamtheit der Fähigkeiten, Ressourcen und Institutionen eines Landes oder einer Region, um wirksame Massnahmen zur Anpassung umzusetzen (BAFU 2012 basierend auf IPCC).

**Auswirkungen des Klimawandels:** Der Klimawandel hat einerseits direkte Auswirkungen aufgrund von Änderungen in Temperatur, Niederschlag und Extremereignissen sowie dem Meeresspiegelanstieg. Andererseits haben diese direkten Auswirkungen des Klimawandels wiederum auch Auswirkungen auf die natürlichen Ressourcen, Gesundheit von Mensch und Tier sowie Infrastruktur.

**Einflussbereich:** Die internationalen Auswirkungen des Klimawandels wirken über verschiedene Einflussbereiche auf die Schweiz. Beispielsweise können veränderte landwirtschaftliche Erträge im Ausland Auswirkungen auf die Nahrungsmittelversorgung der Schweiz haben, die Zunahme der Schäden durch Extremereignisse die Nachfrage nach Dienstleistungen der Schweizer Versicherungsbranche erhöhen oder die Zerstörung der Lebensgrundlage armer Bevölkerungsschichten zu einer erhöhten Nachfrage nach Entwicklungszusammenarbeit führen. In der vorliegenden Studie werden die internationalen Auswirkungen in folgende Einflussbereiche eingeteilt: Nahrungsmittelversorgung, Wirtschaftsleistung, Finanzinvestitionen und Versicherungen, Migration, Sicherheit, Entwicklungszusammenarbeit sowie Energie. Zwischen diesen Einflusskanälen bestehen Wechselwirkungen, so kann beispielsweise eine aufgrund des Klimawandels ausgelöste Migration zu einer erhöhten Nachfrage nach Schweizer Entwicklungszusammenarbeit führen.

**Extremereignis (= Extremes Wetterereignis):** Ein Ereignis, das an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Jahreszeit selten ist. Die Definitionen für «selten» variieren, aber ein extremes Wetterereignis wäre normalerweise so selten wie oder seltener als das 10- oder 90%-Perzentil der beobachteten Wahrscheinlichkeitsverteilung. Einzelne Extremereignisse können nicht einfach und direkt dem anthropogenen Anteil des Klimawandels zugeordnet werden, da immer eine begrenzte Chance besteht, dass das betreffende Ereignis natürlicherweise hätte auftreten können (BAFU 2012 basierend auf IPCC).

**Exposition:** Das Vorhandensein von Menschen, Lebensgrundlagen, Lebewesen oder Ökosystemen, Umweltleistungen und Ressourcen, aber auch von Infrastrukturen oder wirtschaftlichen, sozialen oder kulturellen Werten an Orten, die bedroht sein können (Huggel 2016; basierend auf IPCC).

**Gefährdungen:** Das mögliche Auftreten eines natürlichen oder klimabezogenen physischen Ereignisses oder Trends oder dessen physikalische Folge, die den Verlust von Leben, eine Verletzung oder eine Gefährdung der Gesundheit bewirken kann. Neben dem Menschen können auch Sachgüter und natürliche Systeme (z. B. terrestrische Ökosysteme) Gefährdungen ausgesetzt sein. Gefährdungen beinhalten zwei Komponenten: die Auftretenswahrscheinlichkeit und die Intensität des Prozesses (z. B. bei einem Hochwasser oder Sturm) (Huggel 2016; basierend auf IPCC).

**Internationale Auswirkungen des Klimawandels:** Unter internationalen Auswirkungen des Klimas werden in dieser Studie die Auswirkungen des Klimas im Ausland verstanden, welche über verschiedene Einflussbereiche und Wirkungsketten Auswirkungen auf die Schweiz haben. In der Literatur werden unterschiedliche Terminologien verwendet um diese Auswirkungen des Klimas zu beschreiben. Beispielsweise verwendet Benzie et al. (2016) die Beschreibung «transnationale» Auswirkungen des Klimas. Der fünfte IPCC Sachstandsbericht verwendet unter anderem die Beschreibung «indirekte und grenzüberschreitende Auswirkungen sowie Fernwirkung des Klimas» («indirect, trans-boundary and long-distance effects») (Benzie et al. 2016). Die Studie legt den Fokus auf die internationalen Auswirkungen des Klimawandels. Eine klare Abgrenzung zwischen nationalen und internationalen Auswirkungen ist jedoch nicht immer möglich. In diesen Fällen wird die Abgrenzung vor allem so festgelegt, dass keine Wiederholung der bestehenden Anpassungsstrategie des Bundes resultiert, in welcher bereits die nationalen Auswirkungen analysiert wurden.

**Klimaszenario:** Eine plausible und häufig vereinfachte Beschreibung des zukünftigen Klimas, die auf einer in sich konsistenten Reihe klimatologischer Beziehungen beruht und ausdrücklich für die Verwendung bei der Untersuchung der potenziellen Auswirkungen des anthropogenen Anteils des Klimawandels erstellt wurde (BAFU 2012 basierend auf IPCC).

**Resilienz:** Fähigkeit eines sozialen oder ökologischen Systems, auf Störungen zu reagieren und dabei seine Struktur und Funktionsweise, die Fähigkeit zur Selbstorganisation und die Anpassungsfähigkeit gegenüber Belastungen und Veränderungen zu bewahren (BAFU 2012 basierend auf IPCC).

**Risiko:** Risiko bezeichnet die Möglichkeit von Folgen, bei denen es um den Verlust von Werten geht und der Ausgang ungewiss ist. Risiko ist das Resultat einer Wechselwirkung zwischen Gefährdungen, Exposition und Vulnerabilität. Im IPCC-Sachstandsbericht geht es um das klimabezogene Risiko (Huggel 2016; basierend auf IPCC).

**Vulnerabilität:** Die Vulnerabilität gemäss IPCC (IPCC 2014b) ist die Neigung oder Veranlagung, nachteilig betroffen zu sein. Die Vulnerabilität umfasst eine Mehrzahl von Konzepten und Elementen, u.a. auch die Empfänglichkeit für Schaden, Verlust und Leid und das Unvermö-

gen, damit umzugehen oder sich anzupassen. Im Bericht Brennpunkt Klima Schweiz wird ergänzt, dass die physische Vulnerabilität Auskunft über die (strukturelle) Widerstandskraft eines Objektes gegenüber der Einwirkung eines Gefahrenprozesses (z. B. einer Lawine) gibt, während die soziale Vulnerabilität Aspekte wie Wohlstand, Alter, Bildungsstand, sozialer Status oder Geschlecht umfasst (Huggel 2016; basierend auf IPCC).

**Wirkungskette:** Unter einer Wirkungskette wird die Beziehung zwischen den Auswirkungen des Klimawandels im Ausland und der sich daraus über verschiedene kausale Zusammenhänge ergebenden Auswirkungen auf die Schweiz verstanden. Jeder Einflusskanal besteht aus mehreren Wirkungsketten.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz über verschiedene Einflussbereiche _____	13
Abbildung 2: Aussenhandel der Schweiz 2006-2017 _____	16
Abbildung 3: Vulnerabilität der wichtigsten Importländer der Schweiz _____	19
Abbildung 4: Relevanz und Vulnerabilität der wichtigsten Importländer (logarithmiert) _____	20
Abbildung 5: Vulnerabilität der wichtigsten Exportländer der Schweiz _____	21
Abbildung 6: Relevanz und Vulnerabilität der wichtigsten Exportländer (logarithmiert) _____	22
Abbildung 7: Vulnerabilität der Länder mit besonderer aussenpolitischer Verbindung zur Schweiz _____	25
Abbildung 8: Vulnerabilität der Länder der bilateralen Schweizer Entwicklungszusammenarbeit	27
Abbildung 9: Vulnerabilität der Länder der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit und Schweizer Engagement _____	28
Abbildung 10: Geschätzter Einfluss von Klimaänderungen auf den Ernteertrag zwischen 1960 und 2013. _____	33
Abbildung 11: Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit ____	35
Abbildung 12: Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur _____	39
Abbildung 13: Schäden für Küstenstädte aufgrund des ansteigenden Meeresspiegels zwischen 2005 und 2050 _____	40
Abbildung 14: Einfluss des Klimawandels auf die Wirtschaftsleistung der Schweiz _____	43
Abbildung 15: Einfluss Klima auf Nahrungsmittelversorgung _____	52
Abbildung 16: Konzentration des globalen Exports von Mais, Weizen, Reis und Sojabohnen, 2015 _____	54
Abbildung 17: Kritische Schaltstellen und Handelsrouten für die globale Nahrungsmittelversorgung _____	54
Abbildung 18: Import von Agrarprodukten in die Schweiz, 2015 _____	55
Abbildung 19: Einfluss des Klimawandels auf die Energieversorgung _____	62
Abbildung 20: Einfluss Klimawandels auf die Finanzdienstleistungen _____	71
Abbildung 21: Weltweite Schadenereignisse 2016 _____	73
Abbildung 22: Einfluss des Klimawandels auf die Sicherheit und die Schweiz _____	85
Abbildung 23: Verflechtung von Klimawandel und Migrationsauswirkungen auf die Schweiz __	95
Abbildung 24: Verflechtungen zwischen Klimawandel und der Entwicklungszusammenarbeit der Schweiz _____	102

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Top 10 Import- und Exportwaren 2015 _____	17
Tabelle 2: Die 30 wichtigsten Handelspartner der Schweiz 2015 _____	18
Tabelle 3: Vulnerabilität der Länder mit besonderer aussenpolitischer Verbindung zur Schweiz	24
Tabelle 4: Übersicht zu den Bereichen mit relevanten Auswirkungen des Klimawandels _____	29
Tabelle 5: Übersicht zu den Risiken und Chancen der Auswirkungen des Klimawandels im Ausland für die Schweiz _____	114

## Literatur

### Kapitel 1 – Einleitung

**Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2016:** Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Swiss Academies Reports 11 (5).

**Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2012:** Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2014:** Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Aktionsplan 2014-2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014. Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU).

**Benzie, M., J. Hedlund und H. Carlsen, 2016:** Introducing the Transnational Climate Impacts Index: Indicators of country-level exposure – methodology report. SEI Working Paper No. 2016-07. Stockholm Environment Institute, Stockholm. Online: <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate/SEI-WP-2016-07-Introducing-TCI-Index.pdf> [9.8.17].

**Berry, P., R. Betts, P. Harrison, A. Sanchez-Arcilla, 2017:** High-End Climate Change in Europe, Impacts, Vulnerability and Adaption. Online: [http://impressions-project.eu/ge-tatt.php?filename=Highend\\_brochure\\_final\\_14199.pdf](http://impressions-project.eu/ge-tatt.php?filename=Highend_brochure_final_14199.pdf) [9.8.17].

**Challinor, A., W.N. Adger, M. Di Mauro, M. Baylis, T. Benton, D. Conway, D. Depledge, A. Geddes, S. McCorriston, L. Stringer, und L. Wellesley, 2016:** UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 7, International Dimensions. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London.

**Climate Change Post, 2017:** Cross-border impacts of climate change: a blind spot for the European Union, 10. Juli 2017. Online: <https://www.climatechange-post.com/news/2017/6/28/cross-border-impacts-climate-change-blind-spot-eur/> [9.8.17].

**European Environment Agency (EEA), 2017:** Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016: An indicator-based report, Luxembourg.

**INFRAS, Ecologic und Rütter + Partner, 2007:** Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (Internationale Einflüsse), Schlussbericht, im Auftrag des BAFU.

**INFRAS und Egli Engineering, 2015:** Analyse klimabedingter Risiken und Chancen in der Schweiz: Regionale Fallstudie Kanton Basel-Stadt, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

**Köllner, P., C. Gross, J. Lerch, M. Nausser, 2017:** Klimabedingte Risiken und Chancen, eine schweizweite Synthese, Bundesamt für Umwelt: Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1706.

**Rüttinger, L., G. Stang, D. Smith, D. Tänzler, J. Vivekananda et al., 2015:** A New Climate for Peace – Taking Action on Climate and Fragility Risks. Berlin/London/Washington/Paris: adelphi, International Alert, The Wilson Center, EUISS. Online: <https://www.newclimateforpeace.org/> [9.8.17].

**Umweltbundesamt (UBA), 2017:** Wie der Klimawandel indirekt die deutsche Wirtschaft trifft. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wie-der-klimawandel-indirekt-die-deutsche> [9.8.17].

**Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

## Kapitel 2 – Grundlagen zu den internationalen Auswirkungen des Klimawandels

**Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2016:** Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Swiss Academies Reports 11 (5).

**Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2012:** Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012.

**Benzie, M., J. Hedlund und H. Carlsen, 2016:** Introducing the Transnational Climate Impacts Index: Indicators of country-level exposure – methodology report. SEI Working Paper No. 2016-07. Stockholm Environment Institute, Stockholm. Online: <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate/SEI-WP-2016-07-Introducing-TCI-Index.pdf> [9.8.17].

**Challinor, A., W.N. Adger, M. Di Mauro, M. Baylis, T. Benton, D. Conway, D. Depledge, A. Geddes, S. McCorriston, L. Stringer, und L. Wellesley, 2016:** UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 7, International Dimensions. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London.

**The Government Office for Science, 2011:** International Dimensions of Climate Change, Final Project Report, Foresight Project. The Government Office for Science, London.

**INFRAS und Egli Engineering, 2015:** Analyse klimabedingter Risiken und Chancen in der Schweiz: Regionale Fallstudie Kanton Basel-Stadt, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

**IPCC, 2014a:** Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

- IPCC, 2014b:** Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
- Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana, 2014:** Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 1267-1326.
- Niang, I., O.C. Ruppel, M.A. Abdrabo, A. Essel, C. Lennard, J. Padgham, and P. Urquhart, 2014:** Africa. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1199-1265.
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) 2017:** Kippelemente – Achillesfersen im Erdsystem, online: <https://www.pik-potsdam.de/services/infothek/kippelemente/kippelemente> [14.6.2018].
- Pwc, 2013:** International threats and opportunities of climate change for the UK, final report for Defra.
- Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

### Kapitel 3 – Die Vernetzung der Schweiz

- Bundesamt für Statistik (BFS) 2017:** Aussenhandel der Schweiz, online: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/industrie-dienstleistungen/aussenhandel.html> [14.6.2018].

**Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) und Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), 2017:** Internationale Zusammenarbeit der Schweiz. Jahresbericht 2016.  
DEZA/SECO: Bern.

**Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA), 2016:** Aussenpolitische Strategie 2016-2019. Bericht des Bundesrates über die Schwerpunkte der Legislatur.

**Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA), 2017:** Bundesrat Burkharter lanciert «Blue Peace»-Initiative für ein grenzüberschreitendes Wassermanagement in Zentralasien. Medienmitteilung.

**Eidgenössische Zollverwaltung (EZV), 2016:** Schweizer Aussenhandel 2015. Jahresbericht.

**Eidgenössische Zollverwaltung (EZV), 2017:** Aussenhandelsstatistik Schweiz nach Waren und Ländern 2015, Eidgenössische Zollverwaltung.

## Kapitel 4 – Auswirkungen des Klimawandels

### Kapitel 4.1 – Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche Ressourcen

**Arent, D.J., R.S.J. Tol, E. Faust, J.P. Hella, S. Kumar, K.M. Strzepek, F.L. Tóth, and D. Yan, 2014:** **Key economic sectors and services.** In: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 659-708.

**Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijioka, O. Hoegh-Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, and G.W. Yohe, 2014:** Technical summary. In: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of**

the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, Dokken, D.J., K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 35-94.

**Jiménez Cisneros, B.E., T. Oki, N.W. Arnell, G. Benito, J.G. Cogley, P. Döll, T. Jiang, and S.S.**

**Mwakalila, 2014:** Freshwater resources. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 229-269.

**Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R.**

**Scarano, and S. Vicuña, 2014:** Central and South America. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 1499-1566.

**Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I.**

**Travasso, 2014:** Food security and food production systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [C.B., Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 485-533.

**Settele, J., R. Scholes, R. Betts, S. Bunn, P. Leadley, D. Nepstad, J.T. Overpeck, and M.A.**

**Taboada, 2014:** Terrestrial and inland water systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 271-359.

- Wong, P.P., I.J. Losada, J.-P. Gattuso, J. Hinkel, A. Khattabi, K.L. McInnes, Y. Saito, and A. Salenger, 2014:** Coastal systems and low-lying areas. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 361-409.
- WWF, 2018:** Overview, online: <https://www.worldwildlife.org/habitats/forest-habitat> [13.2.2018]

## Kapitel 4.2 – Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Mensch und Tier

- Andersen L.K., Davis M.D. 2016:** Review. Climate change and the epidemiology of selected tick-borne and mosquito-borne diseases: update from the International Society of Dermatology Climate Change Task Force. *International Journal of Dermatology*;56:252–259
- Atkinson R.W., Butland B.K., Dimitroulopoulou C., et al. 2016:** Long-term exposure to ambient ozone and mortality: a quantitative systematic review and meta-analysis of evidence from cohort studies. *BMJ Open*;6:e009493.
- Beelen R., Raaschou-Nielsen O., Stafoggia M., et al. 2014:** Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*;383:785-795.
- Bett B., Kiunga P., Gachohi J., et al. 2017:** Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Preventive Veterinary Medicine*;137:119-129.
- Eis D., Helm D., Laussmann D., Stark K. 2010:** Klimawandel und Gesundheit. Ein Sachstandsbericht. Berlin: Robert Koch-Institut.
- EU 2009:** Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen. Arbeitspapier der Kommissionsdienststellen. Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel: Kommission der europäischen Gemeinschaften.
- Gasparrini A., Guo Y., Sera F., et al. 2017:** Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *The Lancet Planetary Health*; published online November 13, 2017.
- Haines A., Patz J.A. 2004:** Health effects of climate change. *Jama*;291:99-103.
- Kjellstrom T., Briggs D., Freyberg C., Lemke B., Otto M., Hyatt O. 2016:** Heat, human performance, and occupational health: a key issue for the assessment of global climate change impacts. *Annual review of public health*;37:97-112.

- Landrigan P.J., Fuller R., Acosta N.J.R., et al. 2017:** The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*.
- Lindgren E., Andersson Y., Suk J.E., Sudre B., Semenza J.C. 2012:** Monitoring EU emerging infectious disease risk due to climate change. *Science*;336:418-419.
- McMichael A.J. 2015:** Extreme weather events and infectious disease outbreaks. *Virulence*;6:543-547.
- McMichael A.J., Woodruff R.E., Hales S. 2006:** Climate change and human health: present and future risks. *The Lancet*;367:859-869.
- Patz J.A., Frumkin H., Holloway T., Vimont D.J., Haines A. 2014:** Climate change: challenges and opportunities for global health. *Jama*;312:1565-1580.
- Robine J.-M., Cheung S.L.K., Le Roy S., et al. 2008:** Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies*;331:171-178.
- Samy A.M., Elaagip A.H., Kenawy M.A., Ayres C.F., Peterson A.T., Soliman D.E. 2016:** Climate Change Influences on the global potential distribution of the mosquito *Culex quinquefasciatus*, vector of West Nile virus and lymphatic filariasis. *Plos One*;11:e0163863.
- Skuce P., Morgan E., van Dijk J., Mitchell M. 2013:** Animal health aspects of adaptation to climate change: beating the heat and parasites in a warming Europe. *Animal*;7:333-345.
- Smith K.R., Woodward A., Campbell-Lendrum D., et al. 2014:** Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. in: Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., White L.L., eds. *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability Part A: Global and sectoral aspects Contribution of working Group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Vicedo-Cabrera A.M., Ragettli M.S., Schindler C., Rössli M. 2016:** Excess mortality during the warm summer of 2015 in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*;146:w14379-w14379.
- Watts N., Adger W.N., Ayeb-Karlsson S., et al. 2016:** The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *The Lancet*;
- Ye X., Wolff R., Yu W., Vaneckova P., Pan X., Tong S. 2012:** Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. *Environmental health perspectives*;120:19.
- Ziello C., Sparks T.H., Estrella N., et al. 2012:** Changes to airborne pollen counts across Europe. *Plos One*;7:e34076.

## Kapitel 4.3 – Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur

**Acclimatise, Climate Financ Advisors and Four Twenty Seven 2018:** Lenders' guide for considering climate risk in infrastructure investments, online: [https://www.weadapt.org/system/files\\_force/investment\\_guide\\_1.8\\_single\\_hi-q\\_17012018.pdf?download=1](https://www.weadapt.org/system/files_force/investment_guide_1.8_single_hi-q_17012018.pdf?download=1) [3.7.2018].

**Dawson, R.J., Thompson, D., Johns, D., Gosling, S., Chapman, L., Darch, G., Watson, G., Powrie, W., Bell, S., Paulson, K., Hughes, P., and Wood, R. 2016:** UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 4, Infrastructure. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London.

**European Environment Agency (EEA) 2017:** Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, an indicator-based report, EEA Report No 1/2017, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

**IPCC 2012:** Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.

**Shanghai International Shipping Institute, 2016:** Report of Global Port Development (2015), online: <http://en.sisi-smu.org/index.php?c=article&a=type&tid=41> [3.7.2018].

**Wong, P.P., I.J. Losada, J.-P. Gattuso, J. Hinkel, A. Khattabi, K.L. McInnes, Y. Saito, and A. Salenger, 2014:** Coastal systems and low-lying areas. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 361-409.

## Kapitel 5 – Internationale Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz

### Kapitel 5.1 – Wirtschaftsleistung

**Arent, D.J., R.S.J. Tol, E. Faust, J.P. Hella, S. Kumar, K.M. Strzepek, F.L. Tóth und D. Yan, 2014:** Key economic sectors and services. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi,

Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York, NY, USA, S. 659-708.

**Bednar-Friedl, B., G. Bachner, N. Knittel, M.W. Jury 2018:** Impact Chains: Folgen des globalen Klimawandels für Deutschland, AP3, Im Auftrag des Umweltbundesamtes (unveröffentlicht, in Erarbeitung).

**Berry Pam, Betts Richards, Harrison Paula, Sanchez-Arcilla Agustin, 2017:** High-End Climate Change in Europe, Impacts, Vulnerability and Adaption.

**Burke, M., S.M. Hsiang, and E. Miguel 2015:** Global non-linear effect of temperature on economic production, Nature, online: <http://news.berkeley.edu/2015/10/21/study-finds-climate-change-will-reshape-global-economy> [7.12.2017].

**Chemical Industries Association (CIA), 2015:** Safeguarding chemical businesses in a changing climate. How to prepare a Climate Change Action Plan, online: [http://www.cia.org.uk/portals/0/documents/climatechangeadaptationguidance2015\\_final.pdf](http://www.cia.org.uk/portals/0/documents/climatechangeadaptationguidance2015_final.pdf) [12.7.2018].

**Environmental Protection Agency (EPA), USA, 2016:** Climate Impacts on Transportation, US Environmental Protection Agency, September 2016, online: <https://www.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-transportation> [12.7.2018].

**Dell Melissa, Benjamin F. Jones, and Benjamin A. Olken, 2008:** Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century, NBER Working Paper No. 14132.

**Gledhill R., Hamza-Goodacre D. and Ping Low L., 2013:** Business-not-as usual: Tackling the impact of climate change on supply chain risk, reprinted from resilience: A journal of strategy and risk, PWC.

**INFRAS, Ecologic und Rütter + Partner, 2007:** Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (Internationale Einflüsse), Schlussbericht, im Auftrag des BAFU.

**Kjellstrom Tord, 2014:** Productivity Losses Ignored in Economic Analysis of Climate Change, United Nations University, 2014.

**Park Jisung, 2015:** The Labor Productivity Impacts of Climate Change: Implications for Global Poverty, World Bank Climate Change and Poverty Conference, 2015.

**RSA and WWF-UK, 2014:** Environmental Systemic Risk & Insurance. White Paper, online: <http://pwc.blogs.com/files/environmental-systemic-risk-.pdf> [1.12.17].

**Schenker, O., 2013:** Exchanging Goods and Damages: The Role of Trade on the Distribution of Climate Change Costs. Environmental and Resource Economics 54 (2), 261-282.

**Task Force on Climate-related Financial Disclosure (TCFD), 2017:** Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final Report, June 2017. Online: <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2017/06/FINAL-TCFD-Report-062817.pdf> [11.8.17].

- Vöhringer, F., M. Vielle, B. Thurm, W. Knoke, D. Stocker, A. Frehner, S. Maire, P. Thalmann 2017:** Assessing the impacts of climate change for Switzerland, Final report of 28 February 2017, EPFL, Lausanne.
- Zander Kerstin K., Wouter J. W. Botzen, Elspeth Oppermann, Tord Kjellstrom & Stephen T. Garnett 2015:** Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia.

## Kapitel 5.2 – Nahrungsmittelversorgung

- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2016a:** Faktenblatt zur Ernährungssicherheit, Nr. 1: Selbstversorgungsgrad.
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2016b:** Agrarbericht 2016, <https://www.agrarbericht.ch/de>.
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2017:** Ernährungssicherheit: Aktuelle Situation Schweiz, <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/ernaehrungssicherheit/aktuelle-situation/schweiz.html> [17.7.17]
- Bailey R. und L. Wellesley, 2017:** Chokepoints and Vulnerabilities in Global Food Trade, Chatham House Report, The Royal Institute of International Affairs.
- Challinor A. et al., 2016:** UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 7, International Dimensions. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London.
- Climate Central, 2013:** With Climate Change, Brazil Faces Drop in Crops, by Jan Rocha, 8 September 2013: <http://www.climatecentral.org/news/with-climate-change-brazil-faces-drop-in-crops-16439>
- Der Bundesrat 2017:** Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen vom 8. Dezember 2017, online: [https://www.babs.admin.ch/content/babs-internet/de/aufgaben-babs/ski/nationalestrategie/\\_jcr\\_content/contentPar/tabs/items/downloads/tabPar/downloadlist/downloadItems/73\\_1460987489220.download/natstratski2018-2022\\_de.pdf](https://www.babs.admin.ch/content/babs-internet/de/aufgaben-babs/ski/nationalestrategie/_jcr_content/contentPar/tabs/items/downloads/tabPar/downloadlist/downloadItems/73_1460987489220.download/natstratski2018-2022_de.pdf) [11.7.2018].
- Eberhard, Pius 2018:** Mündliche Auskunft vom 16.5.2018, Leiter strategische Projekte und Branchenarbeit, fenaco.
- Glenn, M., S.Y. Kim, J. Ramirez-Villegas, and P. Laderach, 2013:** Chapter 2: Response of perennial horticultural crops to climate change. In: Horticultural Reviews [Janick, J. (ed.)]. Vol. 41, Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, USA, pp. 47-130.
- Haudenschild, Ueli 2018:** Mündliche Auskünfte vom 16.5.2018, Leiter Geschäftsstellen Ernährung & Heilmittel, Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL).
- McMichael A.J., 2013:** Globalization, climate change, and human health. *New England Journal of Medicine* Vol. 368, S 1335-1343.

- Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I. Travasso, 2014:** Food security and food production systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [C.B., Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 485-533.
- Rodrigue, J.-P., C. Comtois und B. Slack (2017):** The Geography of Transport Systems, New York, Routledge, <https://people.hofstra.edu/geotrans/> [14.7.17].
- Soja Netzwerk 2018:** Produktion und Handel, online: <https://www.sojanetzwerk.ch/soja/#p-produktion-und-handel> [5.7.2018].
- Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Vereinigung Schweizerischer Futtermittelfabrikanten (VSF), 2017:** Importe, online: <http://www.ksggv.ch/de/VSF/Futtermittel/Rohstoffe/Importe.aspx> [12.7.18].
- Weinhofer, Georg und Bruno Cabernard 2018:** Mündliche Auskunft vom 17.5.2018, Leiter Fachstelle Logistik bzw. Leiter Nachhaltigkeit, Coop.

## Kapitel 5.3 – Energieversorgung

- Acclimatise, Four Twenty Seven und Climate Finance Advisor, 2018:** Lenders' Guide for considering climate risk in infrastructure investments, 2018
- Arent, D.J., R.S.J. Tol, E. Faust, J.P. Hella, S. Kumar, K.M. Strzepek, F.L. Tóth und D. Yan, 2014:** Key economic sectors and services. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York, NY, USA, S. 659-708.
- Axpo Holding AG 2017:** Geschäftsbericht 2016/17, online: [https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Ueber\\_uns/Portrait/171219\\_Gesch%C3%A4ftsbericht\\_16\\_17\\_DE.pdf](https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Ueber_uns/Portrait/171219_Gesch%C3%A4ftsbericht_16_17_DE.pdf) [15.6.2018].
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), 2012:** Erdgasversorgung – Beschreibung der Teilspektoren Kritischer Infrastrukturen in der Schweiz, Mai 2012

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), 2015:** Katastrophen und Notlagen Schweiz, Technischer Risikobericht 2015.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), 2016:** Wenn der Strom ausfällt, Zeitschrift für Risikoanalyse und Prävention, Planung und Ausbildung, Führung und Einsatz, November 2016.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2016:** Hitze und Trockenheit im Sommer 2015, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt, BAFU: Bern.
- Banfi, Silvia, Cyril Ducatez und Urs Schön 2018:** Mündliche Auskunft vom 5.6.2018, Leiterin Research bzw. Mitarbeiter Research und Projektleiter Bereich Unternehmens- und Geschäftsentwicklung, EWZ.
- Bundesamt für Energie (BFE), 2018:** 62 Prozent des Stroms aus Schweizer Steckdosen stammt aus erneuerbaren Energien, online: <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=70211> [27.03.18].
- Bundesamt für Statistik (BFS), 2017a:** Energie, Panorama, online: <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/2241463/master> [28. März 2017].
- Bundesamt für Statistik (BFS), 2017b:** Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2016
- Bundesamt für Statistik (BFS), 2017c:** Detaillierte Haushaltsausgaben sämtlicher Haushalte nach Jahr. je-d-20.02.01.02.01
- Direktion für europäische Angelegenheiten (DEA) 2018:** Strom, Informationsblatt, online: [https://www.eda.admin.ch/content/dam/dea/de/documents/fs/02-FS-Strom\\_de.pdf](https://www.eda.admin.ch/content/dam/dea/de/documents/fs/02-FS-Strom_de.pdf) [11.7.2018].
- Erdöl Vereinigung, 2017:** Jahresbericht 2016
- Forbes, 2017:** Hurricane Harvey Impacts Crude Oil And Gasoline: What You Need To Know, online: <https://www.forbes.com/sites/ellenwald/2017/08/28/hurricane-harvey-impacts-crude-oil-and-gasoline-what-you-need-to-know/#1256ea7f4a2d> [12.03.18]
- Gutzwiller, Lukas und Leoni Jossen 2018:** Schriftliche Auskunft vom 25.5.2018, Bereichsleiter Energiepolitik bzw. Mitarbeiterin, Bundesamt für Energie (BFE).
- Infras und Ecosens, 2017:** Kleinwasserkraft, Modul V: Umwelt und sozioökonomische Aspekte. Bern: Energie Schweiz.
- Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana, 2014:** Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 1267-1326.

**Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

## Kapitel 5.4 – Finanzdienstleistungen

**2°Investing Initiative and Generation Foundation, 2015:** The Long-Term Risk Signal Valley of Death, Exploring the Tragedy of the Horizon, Project briefing note – November 2015, online: [http://tragedyofthehorizon.com/Tragedy\\_of\\_the\\_Horizons\\_Project\\_Briefing\\_Note-2dii\\_and\\_The%20Generation\\_Foundation.pdf](http://tragedyofthehorizon.com/Tragedy_of_the_Horizons_Project_Briefing_Note-2dii_and_The%20Generation_Foundation.pdf) [16.10.18].

**2°Investing Initiative, 2017:** Out of the fog, Quantifying the alignment of Swiss pension funds and insurances with the Paris Agreement, published in October 2017, supported by Swiss Federal Office for the Environment and LIFE PACTA.

**Acclimatise, 2018:** Navigating a new climate, Assessing credit risk and opportunity in a changing climate: Outputs of a working group of 16 banks piloting the TCFD Recommendations, Part 2: Physical risks and opportunities, on behalf of UNEP Finance Initiative.

**Arent, D.J., R.S.J. Tol, E. Faust, J.P. Hella, S. Kumar, K.M. Strzepek, F.L. Tóth und D. Yan, 2014:** Key economic sectors and services. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York, NY, USA, S. 659-708.

**Arni, Liselotte 2018:** Mündliche Auskunft vom 13.6.2018, Managing Director, Head Environmental and Social Risk, UBS.

**Bresch, D.N., D. Luna und S. Young, 2017:** Joining Forces to Manage Climate and Disaster Risks, Sovereign Climate and Disaster Risk Pooling Mechanisms, World Bank Technical Contribution to the G20, online: [http://www.bmz.de/de/zentrales\\_downloaderarchiv/themen\\_und\\_schwerpunkte/klimaschutz/DFRI\\_G20.pdf](http://www.bmz.de/de/zentrales_downloaderarchiv/themen_und_schwerpunkte/klimaschutz/DFRI_G20.pdf) [10.12.17].

**Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2017:** Klima und Finanzmarkt, online: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima-und-finanzmarkt.html> [4.12.2017].

**BAKBASEL, 2013:** Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Schweizer Finanzsektors, Studie im Auftrag der Schweizerischen Bankiervereinigung SBVg und des Schweizerischen Versicherungsverbandes SVV, BAK Basel Economics AG: Basel.

- Cambridge Centre for Sustainable Finance 2016:** Environmental risk analysis by financial institutions: a review of global practice, Cambridge, UK: Cambridge Institute for Sustainability Leadership.
- Credit Suisse 2018:** Geschäftsbericht 2017, online: <https://www.credit-suisse.com/corporate/de/investor-relations/financial-and-regulatory-disclosures/annual-and-quarterly-reports/annual-reports.html> [15.10.18].
- DG Justice and Consumers 2016:** Summary of the Responses to the Public Consultation on Long-term and sustainable investment, Brussels, October 2016, online: [http://ec.europa.eu/information\\_society/newsroom/image/document/2016-44/feedback\\_final\\_pc\\_30068\\_en\\_19173.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2016-44/feedback_final_pc_30068_en_19173.pdf) [16.10.18].
- Döbeli, Sabine 2018:** Mündliche Auskunft vom 5.6.2018, CEO, Swiss Sustainable Finance (SSF).
- European Systemic Risk Board (ESRB), 2016:** Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk, Reports of the Advisory Scientific Committee
- European Commission (EC) 2018:** Action Plan, Financing Sustainable Growth, COM(2018)97 final, Brussels, 8.3.2018.
- Financial Times 2018:** Central bank chiefs sound warning on climate change, 9. April 2018, online: <https://www.ft.com/content/888616d6-3b07-11e8-b7e0-52972418fec4> [10.7.2018].
- Forzieri, G., Bianchi, A., Marin Herrera, M.A., Batista e Silva, F., Feyen, L. and Lavallo, C., 2015:** Resilience of large investments and critical infrastructures in Europe to climate change, EUR 27598 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Gerber, David und Ines Barnetta 2018:** Stv. Leiter Politikkoordination und Leiter Marktpolitik bzw. Senior Policy Advisor Marktpolitik, Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF).
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), 2017:** The making of a riskier future: How our decisions are shaping future disaster risk, GFDRR: Washington.
- The Government Office for Science, 2011:** International Dimensions of Climate Change, Final Project Report, Foresight Project. The Government Office for Science, London.
- IP 17.3915:** Wann kontrolliert die Finma die Klimarisiken? Interpellation, eingereicht von Beat Jans, 29.9.2017, Nationalrat, online: <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20173915> [16.10.18].
- Klima-Allianz, 2016:** Klima-Masterplan Schweiz, online: <http://www.klima-allianz.ch/blog/klima-masterplan> [11.12.17].
- KPMG, 2015:** Ready or not? An assessment of sustainability integration in the European banking sector, a report of KPMG Netherlands with the support of WWF-International.

- Leichenko, R.M., K. L. O'Brien und W. D. Solecki, 2010:** Climate Change and the Global Financial Crisis – A Case of Double Exposure, in: *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4), S. 963–972.
- Mercer, 2015:** Investing in a Time of Climate Change, online: <https://www.mercer.com/our-thinking/investing-in-a-time-of-climate-change.html> [1.12.17].
- Moody's Investors Service, 2017:** Climate change is forecast to heighten US exposure to economic loss placing short- and long-term credit pressure on US states and local governments, Medienmitteilung vom 28. November 2017, online: [https://www.moody.com/research/Moodys-Climate-change-is-forecast-to-heighten-US-exposure-to--PR\\_376056](https://www.moody.com/research/Moodys-Climate-change-is-forecast-to-heighten-US-exposure-to--PR_376056) [4.12.17].
- Müller, L., O. Martius, D. N. Bresch und S. Döbeli, 2016:** Versicherungs- und Finanzindustrie, in: *Akademien der Wissenschaften Schweiz 2016: Brennpunkt Klima Schweiz – Grundlagen, Folgen und Perspektiven*, *Swiss Academies Reports* 11 (5); S. 139-143.
- Munich Re, 2017:** Naturkatastrophen 2016: Analysen, Bewertungen, Positionen, *Magazin Topics GEO 2016*, Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft: München.
- Natural Capital Finance Alliance (NCFA) et al. 2017:** Drought Stress Testing, Making Financial Institutions More Resilient to Environmental Risks, online: <http://www.growthknowledge.org/resource/drought-stress-testing-making-financial-institutions-more-resilient-environmental-risks> [9.7.2018].
- OECD 2017:** Investing in Climate, Investing in Growth, OECD Publishing: Paris.
- Publica 2018:** Klimawandel, online: <https://publica.ch/vermoegensanlagen/verantwortungsbewusst-investieren/esg-risikoanalyse/klimawandel> [16.10.18].
- RSA and WWF-UK, 2014:** Environmental Systemic Risk & Insurance. White Paper, online: <http://pwc.blogs.com/files/environmental-systemic-risk-.pdf> [1.12.17].
- Schweizerische Bankiervereinigung, 2017:** Finanzplatz in Zahlen, online: <http://www.swissbanking.org/de/finanzplatz/finanzplatz-in-zahlen> [30.11.17].
- Schweizerische Nationalbank (SNB), 2018:** Zahlungsbilanz der Schweiz – Leistungsbilanz – Jahr, online: <https://data.snb.ch/de/topics/aube#!/cube/bopcurra> [09.07.18].
- Silver, N., M. Cox, und E. Garrett 2010:** International Dimensions of Climate Change – The Impact of Climate Change Overseas on the UK financial Services Sector, Report commissioned as part of the UK Government's Foresight Project, Government Office for Science: London.
- Standard & Poor's Ratings Services (S&P), 2015:** The Heat Is On: How Climate Change Can Impact Sovereign Ratings, online: [https://www.agefi.com/uploads/media/S\\_P\\_The\\_Heat\\_Is\\_On\\_How\\_Climate\\_Change\\_Can\\_Impact\\_Sovereign\\_Ratings\\_25-11-2015.pdf](https://www.agefi.com/uploads/media/S_P_The_Heat_Is_On_How_Climate_Change_Can_Impact_Sovereign_Ratings_25-11-2015.pdf) [10.12.17].

- Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF), 2017a:** Finanzstandort Schweiz, Kennzahlen April 2017. EFD/SIF, Bern.
- Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF), 2017b:** Bericht über internationale Finanz- und Steuerfragen 2017, Bericht des Bundesrates von Februar 2017. EFD/SIF, Bern.
- Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF), 2017c:** Bericht über international Finanz- und Steuerfragen 2017, Eidgenössisches Finanzdepartement EFD: Bern.
- Staatssekretariat für international Finanzfragen (SIF), 2017c:** Nachhaltigkeit im Finanzbereich, online: <https://www.sif.admin.ch/sif/de/home/themen/nachhaltigkeit-im-finanzbereich.html> [5.12.17].
- Stenek, V., J.C. Amado und R. Connel, 2010:** Climate Risks and Financial Institutions. Challenges and Opportunities, International Finance Corporation (IFC) and Acclimatise.
- Surminski, S., D. Style, M. Di Mauro, A. Townsend, A. Baglee, C. Cameron, R. Connell, K. Deyes, A. Harworth, B. Ingirige, R. Muir-Wood, D. Proverbs, P. Watkiss und L. Sze Goh, 2016:** UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 6, Business and Industry. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London.
- SVV, 2011:** Die einzigartige Elementarschadenversicherung. Schweizerischer Versicherungsverband, online: <http://www.svv.ch/de/publikationen/die-einzigartige-elementarschadenversicherung> [10.12.17].
- Swiss Re, 2017:** Natur- und Man-made-Katastrophen im Jahr 2016: Ein Jahr mit weitgefächerten Schäden, Magazin sigma No 2/2017.
- Swiss Re, 2018a:** Responsible investing in action, Enhancement, Inclusion, Exclusion – Swiss re walks the talk, online: [http://www.swissre.com/rethinking/financial\\_stability/responsible\\_investing\\_in\\_action.html](http://www.swissre.com/rethinking/financial_stability/responsible_investing_in_action.html) [16.10.18].
- Swiss Re, 2018b:** Swiss Re analysis confirms ESG benchmarks make economic sense – new publication on responsible investments launched today, News Release of 26 June 2018, online: [http://www.swissre.com/media/news\\_releases/nr\\_20180626\\_swissre\\_analysis\\_confirms\\_esg\\_benchmarks\\_make\\_economic\\_sense.html](http://www.swissre.com/media/news_releases/nr_20180626_swissre_analysis_confirms_esg_benchmarks_make_economic_sense.html) [15.8.2018].
- Swiss Sustainable Finance (SSF), 2017:** About SSF, online: [http://www.sustainable-finance.ch/en/who-we-are-\\_content---1--1033.html](http://www.sustainable-finance.ch/en/who-we-are-_content---1--1033.html) [4.12.17].
- Task Force on Climate-related Financial Disclosure (TCFD), 2017:** Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final Report, June 2017. Online: <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2017/06/FINAL-TCFD-Report-062817.pdf> [11.8.17].

- Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Yeandle M., 2017:** The Global Financial Centres Index 22, Z/Yen: Shenzhen, China and CDI: London, UK.
- Zscheischler, J., S. Westra, B. van den Hurk, P. J. Ward, A. Pitman, A. AghaKouchak, D. N. Bresch, M. Leonard, T. Wahl, X. Zhang, S. Seneviratne 2018:** Future climate risk: The challenge of compound events (manuscript, submission in preparation).

## Kapitel 5.5– Sicherheit

- Adger, W.N., J.M. Pulhin, J. Barnett, G.D. Dabelko, G.K. Hovelsrud, M. Levy, Ú. Oswald Spring, and C.H. Vogel, 2014:** Chapter 12 on Human security. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 755-791.
- African Union (AU) 2016:** Press Statement, Peace and Security Council 585th Meeting, 30 March 2016, Addis Ababa, Ethiopia, PSC/PR/BR (DLXXXV).
- Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2013:** Umweltveränderungen und Migration in Entwicklungsländern, Fact Sheet.
- American Security Project (ASP), 2014:** Global Security Defense Index on Climate Change, online: <https://www.americansecurityproject.org/climate-energy-and-security/climate-change/gsdicc/> [6.12.17].
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2017:** Internationale Zusammenarbeit: Schweizer Erfahrung hilft dem Risikomanagement weltweit, online: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/dossiers/magazin-umwelt-leben-mit-naturgefahren/internationale-zusammenarbeit--schweizer-erfahrung-hilft-dem-ris.html> [16.11.17].
- Barnaby, W. 2009:** Do nations go to war over water?, Essay, Nature Vol. 458.
- Behrend H., 2015:** Why Europe should care more about environmental degradation triggering insecurity, Global Affairs 1:1, 67-79.
- Der Bundesrat, 2016a:** Die Sicherheitspolitik der Schweiz, Bericht des Bundesrates vom 24. August 2016, BBI 2016 7763.

- Der Bundesrat, 2016b:** Aussenpolitische Strategie 2016-2019, Bericht des Bundesrates über die Schwerpunkte der Legislatur.
- Der Bundesrat 2017b:** Wasser als Instrument für den Frieden: Das Globale Panel zu Wasser und Frieden veröffentlicht seine Empfehlungen, Medienmitteilung vom 14.9.2017, online: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-68106.html> [19.1.18].
- Detges A., 2017:** Climate and Conflict: Reviewing the Statistical Evidence, A summary for policy makers, Climate Diplomacy Report, Berlin: adelphi.
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) 2017a:** Wasser – ein Element der Sicherheit, online: <https://www.eda.admin.ch/deza/de/home/themen/wasser/wasser-ein-element-der-sicherheit.html> [24.10.17].
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) 2017b:** Water as an Asset for Peace, Atlas of Risks and Opportunities.
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)/Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) 2017:** Internationale Zusammenarbeit der Schweiz: Jahresbericht 2016, Bern.
- Di Leva C. und Sachiko Morita, 2008:** Maritime rights of coastal states and climate change: should states adapt to submerged boundaries?, law&development working paper series no. 5, Washington DC: World Bank.
- Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA), 2015:** Wasser und Sicherheit, Aktionslinien des EDA, 14.9.2015.
- Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA), 2017a:** Bilaterale Beziehungen Schweiz-Somalia, online: <https://www.eda.admin.ch/eda/de/home/vertretungen-und-reisehinweise/somalia/bilatereale-beziehungenschweizsomalia.html> [21.9.2017].
- Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA), 2017b:** Die Schweiz erhält Beobachterstatus im Arktischen Rat, Medienmitteilung, <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-66698.html> [20.10.17].
- European Union (EU) 2016:** Gemeinsame Vision, gemeinsames Handeln: Ein stärkeres Europa – Eine Globale Strategie für die Aussen- und Sicherheitspolitik der Europäischen Union, online: [https://europa.eu/globalstrategy/sites/globalstrategy/files/eugs\\_de\\_0.pdf](https://europa.eu/globalstrategy/sites/globalstrategy/files/eugs_de_0.pdf) [21.9.17].
- Femia F. and C. Werrell, 2013:** Climate Change Before and After the Arab Awakening: The Cases of Syria and Libya, In: C. Werrell and F. Femia (eds.), The Arab Spring and Climate Change, A Climate and Security correlations Series, Center for American Progress, STIMSON and the Center for Climate and Security, February 2013.
- Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijioka, O. Hoegh-**

**Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, and G.W. Yohe, 2014:** Technical summary. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94.

**G8 UK 2013:** G8 Foreign Ministers' Meeting Statement, 10-11 April 2013, London, online: <https://www.gov.uk/government/publications/g8-foreign-ministers-meeting-statement> [21.9.17].

**Global High-Level Panel on Water and Peace, 2017:** A Matter of Survival, Report of the Global High-Level Panel on Water and Peace, Geneva: Geneva Water Hub.

**The Government Office for Science, 2011:** International Dimensions of Climate Change, Final Project Report, Foresight Project. The Government Office for Science, London.

**IPCC, 2014a:** Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

**IPCC, 2014b:** Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

**Johnstone S. and J. Mazo, 2013:** Global Warming and the Arab Spring, in: C.E. Werrell und F. Femia (eds.): *The Arab Spring and Climate Change, A Climate and Security Correlations Series*, Washington: Center for American Progress, Stimson, The Center for Climate and Security.

**Käpylä J. und H. Mikkola, 2013:** Arctic conflict potential: towards an extra-Arctic perspective. Helsinki: Finnish Institute of International Affairs.

- Kohli A., M. Steinemann, M. Guyer, J. Füssler 2018:** Relevanz des Klimawandels für die Schweizer Sicherheitspolitik, Herausforderungen und mögliche Handlungsfelder, Schlussbericht von INFRAS vom 20. Februar 2018, im Auftrag des Eidgenössischen Departements für auswärtige Angelegenheiten.
- LafargeHolcim, 2018:** Where we operate, online: <https://www.lafargeholcim.com/where-we-operate> [9.2.18].
- Lagi, M., Y. Bar-Yam, K. Bertrand, Y. Bar-Yam, 2012:** Economics of Food Prices and Crises, Cambridge: New England Complex Systems Institute.
- Lisztwan Julia, 2012:** Stability of maritime boundary agreements, In: Yale Journal of International Law 37:1, S. 154-200
- Maystadt J-F., und Oliver Ecker, 2014:** Extreme Weather and Civil War, Does Drought Fuel Conflict in Somalia through Livestock Price Shocks?, In: American Journal of Agricultural Economics 96:4, S. 716-735.
- Mobjörk, M., M.-Th. Gustafsson, H. Sonnsjö, S. van Baalen, L. M. Dellmuth and N. Bremberg, 2016:** Climate-related security risks, Stockholm International Research Institute: Solna, Sweden.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO) 2010:** Active Engagement, Modern Defence – Strategic Concept for the Defence and Security of the Members of the North Atlantic Treaty Organization, Adopted by Heads of State and Government at the NATO Summit in Lisbon, 19-20 November 2010.
- Rüttinger, L., D. Smith, G. Stand, D. Tänzler und J. Vivekananda, 2015:** A New Climate for Peace, Taking Action on Climate and Fragility Risks. Berlin, London, Washington DC, Paris: adelphi, International Alert, Woodrow Wilson International Center for Scholars, European Union Institute for Security Studies.
- Rüttinger L. und B. Pohl, 2016:** Klimawandel und Sicherheit in der Schweizer Aussen- und Sicherheitspolitik, Grundlagenstudie im Auftrag des Eidgenössischen Departements für auswärtige Angelegenheiten (EDA), Berlin: adelphi.
- Sternberg T., 2013:** Chinese Drought, Wheat, and the Egyptian Uprising: How a Localized Hazard Became Globalized, in: C.E. Werrell und F. Femia (eds.): The Arab Spring and Climate Change, A Climate and Security Correlations Series, Washington: Center for American Progress, Stimson, The Center for Climate and Security.
- United Nations (UN), 2007:** Security Council holds first-ever debate on impact of climate change on peace, security, hearing over 50 speakers, Press Release SC/9000 of 17 April 2007, online: <http://www.un.org/press/en/2007/sc9000.doc.htm> [18.9.17].
- United Nations Security Council (UNSC), 2017:** Resolution 2349 (2017) Adopted by the Security Council at its 7911<sup>th</sup> meeting, on 31 March 2017

- van Schaik L., E. Maas, R. Dinnissen, J. Vos 2015:** Beyond scares and tale: climate-proofing Dutch foreign policy, Clingendael report for the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), research report March 2015.
- Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Wenger A. und C. Nünlist, 2016:** Aufwertung der Sicherheitspolitischen Beiträge der Schweizer Aussenpolitik, Bulletin 2016 zur Schweizerischen Sicherheitspolitik, S. 19-47.
- Yoffe, S., A. T. Wolf and M. Giordano 2003:** Conflict and Cooperation over International Freshwater Resources: Indicators of Basins at Risk, Journal of the American Water Resources Association.

## Kapitel 5.6 – Migration

- Adger, W.N., J.M. Pulhin, J. Barnett, G.D. Dabelko, G.K. Hovelsrud, M. Levy, Ú. Oswald Spring, and C.H. Vogel, 2014:** Chapter 12 on Human security. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 755-791.
- Akademien der Wissenschaften, 2013:** Umweltveränderungen und Migration in Entwicklungsländern, Faktenblatt.
- Bundesamt für Statistik (BFS), 2017:** Migration und Integration, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/migration-integration/auslaendische-bevoelkerung.html>
- Bloch-Infanger et al., 2017:** Increasing prevalence of infectious diseases in asylum seekers at a tertiary care hospital in Switzerland. Plos One;12.
- Bunz M., Mücke H.-G., 2017:** Klimawandel–physische und psychische Folgen. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz:1-8.
- Eidgenössisches Department für auswärtige Angelegenheiten (EDA), 2017:** Von der NANSEN Initiative zu Platform on Disaster Displacement, <https://www.eda.admin.ch/eda/de/home/aussenpolitik/menschenrechte-menschliche-sicherheit/humanaere-politikderschweiz/nansen-initiative.html>
- Foresight, 2011:** Migration and Global Environmental Change. Final Project Report. The Government Office for Science, London.

- Harbarth et al., 2015:** Antimicrobial resistance: one world, one fight! *Antimicrobial Resistance and Infection Control*; 4:49.
- IDMC, 2015:** Global Estimates 2015: People displaced by disasters, Internal Displacement Monitoring Center (IDMC), Juli 2015.
- IOM/SciencesPo, 2016:** Atlas of Environmental Migration.
- Platform on Disaster Displacement (PDD), 2017:** PDD Fact Sheet, online: [https://disasterdisplacement.org/wp-content/uploads/2015/03/17072017\\_PDD\\_Fact-Sheet.pdf](https://disasterdisplacement.org/wp-content/uploads/2015/03/17072017_PDD_Fact-Sheet.pdf) [13.02.18].
- Staatssekretariat für Migration (SEM), 2017:** Asylstatistik 2017, Staatssekretariat für Migration.
- UNEP, 2017:** Frontiers 2017 Emerging Issues of Environmental Concern. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- Steinemann, M., O. Simonett, C. Stuhlberger, Y Diallo-Sahli, B. Etter, D. Maselli, P. Sigrist 2016:** Migration, Nexus Brief Climate Change & Environment, Swiss Agency for Development and Cooperation: Bern, Switzerland.

## Kapitel 5.7 – Entwicklungszusammenarbeit

- Benzie, M. 2015:** Reducing vulnerability to food price shocks in a changing climate, SEI Discussion Brief.
- Challinor, A., Adger, W.N., Di Mauro, M., Baylis, M., Benton, T., Conway, D., Depledge, D., Geddes, A., McCorriston, S., Stringer, L., and Wellesley, L. 2016:** UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 7, International Dimensions. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London.
- Clingendael Netherlands Institute of International Relations 2015:** Beyond scares and tales: climate-proofing Dutch foreign policy: Clingendael report for the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), The Hague.
- Der Bundesrat 2016:** Botschaft zur internationalen Zusammenarbeit 2017-2020, Bern.
- Development Initiatives 2015:** Global Humanitarian Assistance Report 2015, Bristol.
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) 2014:** Migration und Entwicklung: Ein Globalprogramm der DEZA, Bern.
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)/Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) 2018:** Internationale Zusammenarbeit der Schweiz: Jahresbericht 2017, [https://www.eda.admin.ch/deza/de/home/resultate\\_und\\_wirkung/wirkungs-\\_und\\_jahresberichte/archiv/deza-jahresbericht-2017.html](https://www.eda.admin.ch/deza/de/home/resultate_und_wirkung/wirkungs-_und_jahresberichte/archiv/deza-jahresbericht-2017.html) [16.10.2018].
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)/Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) 2017:** Internationale Zusammenarbeit der Schweiz: Jahresbericht 2016, Bern.

- Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA) 2017:** Fragile Staaten – Armut, Instabilität und Gewalt, online: <https://www.eda.admin.ch/deza/de/home/themen/fragile-kontexte-und-praevention/kennzeichen-fragiler-kontexte.html> [12.12.2017].
- Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijioka, O. Hoegh-Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, and G.W. Yohe, 2014:** Technical summary. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, Dokken, D.J., K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 35-94.
- Federal Office for the Environment (FOEN), Switzerland, 2018:** Switzerland's Seventh National Communication and Third Biennial Report under the UNFCCC, 1 January 2018, Bern.
- Food and Agriculture Organisation (FAO) 2017:** Regional Overview of Food Security and Nutrition in Africa 2016. The challenges of building resilience to shocks and stresses, Accra.
- Gupta V., Mason-Sharma A., Caty S.N., Kerry V. 2017:** Adapting global health aid in the face of climate change. *The Lancet Global Health* 5:2, S. 133-134.
- Hallegatte S., Bangalore M.; Bonzanigo L., Fay M., Kane T., Narloch U., Rozenberg J., Treguer D., Vogt-Schilb A. 2016:** Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty. *Climate Change and Development Series*. Washington, DC: World Bank.
- International Fund for Agricultural Development (IFAD) 2011:** Rural Poverty Report 2011. New Realities, New Challenges: New Opportunities for Tomorrow's Generation. International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
- Kreft, S., Eckstein, D., Melchior, I. 2017:** Global Climate Risk Index 2017: Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2015 and 1996 to 2015. Publisher: Germanwatch e.V., Berlin.
- OECD-DAC 2017:** Climate-related development finance in 2016. December 2017.

- Olsson, L., Opondo M., Tschakert, P., Agrawal, A., Eriksen, S.H., Ma, S., Perch, L.N., and Zaki-  
kielden, S.A. 2014:** Livelihoods and poverty. In: Climate Change 2014: Impacts, Adapta-  
tion, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working  
Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate  
Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,  
pp. 793-832.
- Vonk M., Bouwman A., van Dorland R., Eerens H. 2015:** Worldwide climate effects: Risks and  
opportunities for the Netherlands. The Hague/Bilthoven: PBL Netherlands Environmental  
Assessment Agency.

## Kapitel 6 – Fazit

- Benzie M., Hedlund J., Carlsen H. 2016:** Introducing the Transnational Climate Impacts Index:  
Indicators of country-level exposure – methodology report. Stockholm Environment Insti-  
tute, Stockholm.
- INFRAS/Universität Graz/Schwarze R. 2018:** Impact Chains: Folgen des globalen Klimawandels  
für Deutschland. AP5 Folgerungen und Maßnahmen (unveröffentlicht, in Erarbeitung).
- Vöhringer, F., M. Vielle, B. Thurm, W. Knoke, D. Stocker, A. Frehner, S. Maire, P. Thalmann  
2017:** Assessing the impacts of climate change for Switzerland, Final report of 28 February  
2017, EPFL, Lausanne.

## Glossar

- Benzie M., Hedlund J., Carlsen H. 2016:** Introducing the Transnational Climate Impacts Index:  
Indicators of country-level exposure – methodology report. Stockholm Environment Insti-  
tute, Stockholm.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2012:** Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Ziele,  
Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2.  
März 2012.
- Huggel, Christian 2016:** Das neue IPCC-Risikokonzept, in: Akademien der Wissenschaften  
Schweiz (2016), Brennpunkt Klima Schweiz – Grundlagen, Folgen und Perspektiven, Swiss  
Academies Reports 11 (5), S. 77-79.