

Das verändert der Klimawandel: Direkte und indirekte Folgen für Mensch und Natur

UNTERKAPITEL

- 2.1. Folgen des Klimawandels im Detail
- 2.2. Veränderungen beim Schnee (doppelter Content)
- 2.3. Gab es nicht immer schon Naturgefahren in den Alpen

2.1. Expertinnen: Direkte und indirekte folgen des Klimawandels im Detail

Temperaturanstieg

In den Alpen vollzieht sich der Klimawandel rascher. In den letzten 150 Jahren erwärmten sie sich um rund 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau und damit zweimal so viel wie der weltweite Durchschnitt.¹ Welche Vorhersagen gibt es für die Zukunft? Der Alpenzustandsbericht prognostiziert, dass die Temperatur bis Mitte des 21. Jahrhunderts um weitere 0,25 °C steigen wird. Ab dann dürfte sich die Erwärmung sogar noch einmal beschleunigen. Berechnungen zufolge könnte die Temperatur um weitere 0,36 °C pro Jahrzehnt steigen.² Der Temperaturanstieg wird in den alpinen Regionen möglicherweise stärker ausfallen als in den mittleren Lagen. Dabei könnte sich das Winterhalbjahr stärker verändern als das Sommerhalbjahr. Insgesamt muss man mit erheblichen regionalen Unterschieden rechnen.³ Durch die Temperaturerhöhung steigt auch der Wasseranteil in der Atmosphäre an, was generell zu turbulenteren Prozessen führt.⁴ Starkwindereignisse in den alpinen Lagen mit Windgeschwindigkeiten im

Bereich von 160 km/h dürften nach Einschätzung des Internationalen Seilbahnverbands auch häufiger auftreten.⁵

Gletscherschmelze

Rund 5.000 Gletscher beheimaten die Alpen.⁶ Da sich die Erde derzeit in einer Warmperiode befindet und die durchschnittliche Jahrestemperatur steigt, befinden sich diese seit 1850 in einer Rückzugsphase.⁷ Das ist nicht neu, sondern hat sich bereits mehrfach in der Geschichte ereignet. Das Besondere am Gletscherrückgang der heutigen Zeit ist jedoch, dass er sich sehr rasch vollzieht. Laut Messungen verloren die Gletscher seit Beginn der Industrialisierung bis jetzt etwa die Hälfte ihrer Größe.⁸ Neue Ergebnisse zeigen, wie sich Gletscher in den europäischen Alpen in einem wärmeren Klima entwickeln werden. Bei einem begrenzten Erwärmungsszenario könnten die Gletscher etwa zwei Drittel ihres heutigen Eisvolumens verlieren. Unter einer starken Erwärmung könnten die Alpen bis 2100 weitgehend eisfrei sein.⁹ Für Forscher der Universität Zürich trifft das nur dann zu, wenn wir das 1,5-°C-Ziel einhalten. Erwärmt sich das Klima stärker, dann verschwinden 90 % der Glet-

1 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, S39 und <https://www.br.de/klimawandel/gletscher-bayern-alpen-schmelzen-klimawandel-100.html>

2 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7 Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 30

3 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite 1

4 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/gefahrenprozesse/naturgefahren-und-klimawandel.html>

5 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite 1

6 <https://www.br.de/klimawandel/gletscher-bayern-alpen-schmelzen-klimawandel-100.html>

7 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, S44

8 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, S44

9 The 2018 heatwave and new research on European climate. European Geosciences Union (EGU) - General Assembly. 09.04.2019, Pressekonferenz Video

scher in den Alpen.¹⁰ Tatsächlich werden die steigenden Temperaturen selten so deutlich sichtbar wie am „ewigen Eis“. Mehr als die Hälfte der Gletscherfläche in Bayern ist bereits geschmolzen.¹¹

Gefahren durch die Gletscherschmelze

Die Gletscherschmelze verstärkt Naturgefahren, verändert den Charakter der alpinen Hochgebirgslandschaften und hat konkrete Auswirkungen auf den Tourismus.¹² Gletschergefahren sind im Wesentlichen Gletscherstürze, Gletscherabbrüche, Ausbrüche von Gletscherseen und Fels-Eislawinen.¹³ Das Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden hält in einer Publikation fest, dass der Zugang zu den Gletschern beschwerlicher und der Unterhalt von Attraktionen im „ewigen Eis“ immer aufwendiger wird. Zudem werden gewisse Routen schwieriger, andere müssen neu angelegt werden. In Kombination mit höheren Sommertemperaturen und dem auftauenden Permafrost ist mit mehr Steinschlag zu rechnen. Wo Gletscher abschmelzen, können sich im Vorfeld neue Seen bilden. Dieser Prozess wurde in den letzten Jahren mehrfach beobachtet, wie zum Beispiel in der Schweiz bei Trift-, Gaudi- und Rhonegletscher. Diese Seen schaffen möglicherweise neue Attraktionen, können aber auch zu einer Erhöhung des lokalen Naturgefahrenrisikos führen – beispielweise, wenn Berge in Seen stürzen und Flutwellen ausgelöst werden.¹⁴

Niederschlag

Durch den Klimawandel verändern sich jetzt schon die Niederschlagsmuster in den Alpen.¹⁵ Starke bis extreme Niederschlagsereignisse haben zugenommen, schwache oder moderate Niederschlagstage hingegen abgenommen, schreiben die Autoren des 12. Umweltkontrollberichts des österreichischen Umweltbundesamtes. Die Niederschlagsentwicklung zeigt dabei deutliche regionale Unterschiede¹⁶ und eine Umverteilung der Regen-

mengen. An der Alpennordseite nahm der Niederschlag zu, im Südosten des Alpenbogens fiel die Zunahme am geringsten aus.¹⁷ Dort kommt es vermehrt zu Trockenperioden, im Sommer ist weniger Wasser verfügbar.

Nach einer Publikation des internationalen Seilbahnverbandes kann davon ausgegangen werden, dass Niederschlag-Extremereignisse, aber auch längere Trockenphasen weiterhin häufiger auftreten werden.¹⁸ Manche Studien beschreiben die Situation, dass die Niederschläge in den hochgelegenen Gebieten insbesondere im Spätwinter um 20 % zunehmen, was zu der paradoxen Situation führt, dass die Schneedecke in mittleren Höhenlagen abnimmt, in großer Höhe aber steigt.¹⁹ Wenn sich die Anzahl winterlicher Starkniederschläge im Alpenraum erhöht und in höheren Lagen mit mehr Schnee gerechnet werden muss, kann die Lawinengefahr lokal ansteigen. Dazu liegen aber wenig gesicherte Daten vor.²⁰

Der Internationale Seilbahnverband beurteilt den späten Schnee als kaum mehr touristisch nutzbar. Aussagen bezüglich des Niederschlags sind wesentlich weniger belastbar als jene für die Temperatur. Generell zeichnet sich aber ab, dass signifikante Veränderungen im Niederschlag erst in der zweiten Jahrhunderthälfte auftreten werden. Die Jahresniederschlagsmengen dürften konstant bleiben, jedoch werden die Niederschläge im Sommerhalbjahr ab- und jene im Winterhalbjahr zunehmen. Für das Sommerhalbjahr sind häufiger stabile Schönwetterperioden zu erwarten. Kommt es aber zu Niederschlägen, so geht damit eine größere Niederschlagsintensität einher. Die größere „Wettersicherheit“ begünstigt die Planbarkeit und die zur Verfügung stehende Zeit für „Outdoor-Aktivitäten“ der Sommergäste.²¹

10 <https://www.br.de/klimawandel/gletscher-bayern-alpen-schmelzen-klimawandel-100.html>

11 <https://www.br.de/klimawandel/gletscher-bayern-alpen-schmelzen-klimawandel-100.html>

12 Herausforderung Klimawandel - Chancen und Risiken für den Tourismus in Graubünden. Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden. Bruno Abegg, HTW Chur | Universität Innsbruck | alpS - Centre for Climate Change Adaptation, Robert Steiger, MCI Management Center Innsbruck, Roger Walser, HTW Chur. Schweiz 2013, Seite 25

13 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION Alpensignale – Sonderserie 7 Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019

14 Herausforderung Klimawandel - Chancen und Risiken für den Tourismus in Graubünden. Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden. Bruno Abegg, HTW Chur | Universität Innsbruck | alpS - Centre for Climate Change Adaptation, Robert Steiger, MCI Management Center Innsbruck, Roger Walser, HTW Chur. Schweiz 2013, Seite 25

15 KLIMAWANDEL Auswirkungen auf die Alpen und was wir tun können. Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2017, Seite 4

16 KLIMAWANDEL Auswirkungen auf die Alpen und was wir tun können. Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2017, Seite 4

17 Zwölfter Umweltkontrollbericht – Klima im Wandel. Umweltbundesamt n REP-0684, Wien 2019, Seite 4

18 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite 1.

19 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite 2

20 Der Schweizer Tourismus im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien, Universität Bern, Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus (FIF), Prof. Dr. Hansruedi Müller, Therese Lehmann Friedli, 29.07.2011, Seite 26

21 Aus. Klimawandel und Tourismus in Österreich 2030, Auswirkungen, Chancen & Risiken. Optionen & Strategien

Schnee

Seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts nehmen laut Sonderbericht des Weltklimarats auf der gesamten Nordhalbkugel sowohl die Schneefälle als auch das Ausmaß der Schneedecke und die Dauer der Schneesaison ab. Die Schneedecke schrumpft jedes Jahrzehnt in den Monaten März und April um ein bis zwei Prozent, die Schneesaison reduziert sich um mehr als fünf Tage. Je südlicher die Region, desto stärker fallen die Veränderungen aus.²² So hat die Höhe der Schneedecke in Österreich in den letzten 50 Jahren im Süden deutlich abgenommen, im Westen Österreichs war dies nicht ganz so ausgeprägt. Im Nordosten wurden keine signifikanten Änderungen gemessen.²³ Laut internationalem Seilbahnverband ist die Schneedecke seit 1966 im nördlichen Teil Europas um ein Zehntel zurückgegangen.²⁴ Die Dauer der Schneebedeckung hat sich in den letzten Jahrzehnten vor allem in mittelhohen Lagen (um 1.000 m Seehöhe) verkürzt.²⁵ Je geringer und kürzer die Schnee- und Eisbedeckung sind, desto mehr kann sich das schnee- und eisfreie Land erwärmen.²⁶ Das ständige Sekretariat der Alpenkonvention geht in einer Publikation davon aus, dass die Schneebedeckung in den Alpen auf unter 1.500-2.000 m Höhe weiter drastisch sinken wird. Im Winter ist in tieferen Lagen durch die Temperaturzunahme vermehrt mit Regen statt mit Schnee zu rechnen.²⁷ Das Abnehmen der Schneetage in tieferen Lagen ist für die Winteratmosphäre abträglich und könnte die „Lust auf den alpinen Wintersport“ mindern.²⁸ Wie sich weniger Schnee auf das Buchungsverhalten auswirkt, ist Thema des Artikels „Buchungsverhalten bei weniger Schnee“.

Auftauen des Permafrosts

Eis ist in den Alpenregionen nicht nur sichtbar über dem Erdboden anzutreffen. Unter der Erde stabilisiert ganzjährig gefrorenes Wasser den Untergrund: der

Permafrost. Im alpinen Hochgebirge ist Permafrost sowohl in Festgestein als auch in Lockermaterial wie Schutthalden und Böden anzutreffen und er erfüllt eine wesentliche Funktion: Er kittet lose Gesteinsbrocken ganzjährig aneinander. Innerhalb der letzten 100 Jahre hat sich, bedingt durch die Erwärmung, die Grenze der Dauerfrostböden um ungefähr 200 m nach oben verschoben. Diese Entwicklung setzt sich fort. Heute liegt die Permafrostgrenze auf etwa 2.500 m Seehöhe. Durch die weitere Temperaturerhöhung wird sich die Permafrostgrenze innerhalb der kommenden 50 Jahre um etwa 300 m bis mancherorts 750 m weiter nach oben verlagern. Die Gefahr: Durch das Auftauen tiefliegender Permafrostböden können Massebewegungen von bisher kaum bekannten Ausmaßen hervorgerufen werden. Zahlreiche Dörfer sind von Felsstürzen, Schutt und Gerölllawinen bedroht.²⁹ Die Fundamente touristischer Infrastrukturen im Hochgebirge (Seilbahninstallationen, Hotel- und Restaurantgebäude) können auch destabilisiert werden.³⁰

Nutzungskonflikte Wasser

Die Alpen sind als Europas größter Süßwasserlieferant bekannt. Nun verändert jedoch der Klimawandel die Niederschläge. Im Winter fällt mehr Regen als Schnee (der verzögert in den Wasserkreislauf eintritt). Im Sommer ist weniger Wasser verfügbar, wodurch es vermehrt zu Trockenperioden, vor allem in den Süd- und Südostalpen, kommt.³¹ Durch den Schneerückgang und die Gletscherschmelze sinken die Mengen an gespeichertem Süßwasser. Um Nutzungskonflikte zu vermeiden, muss die Entnahme von Wasser für die Landwirtschaft, die Haushalte, die Wasserkraft und den Tourismus (einschließlich künstlicher Beschneigung) sorgfältig geregelt werden. Nur so kann die Funktionsfähigkeit der Gewässerökosysteme erhalten werden.³²

22 Intergovernmental Panel on Climate Change. 1,5 °C GLOBALE ERWÄRMUNG. IPCC Sonderbericht 30.11.2018

23 AUSTRIAN CLIMATE RESEARCH PROGRAMME in ESSENCE, BERICHTE ZUR KLIMAFOLGENFORSCHUNG. 2017 – Seite 27

24 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite1

25 Österreichischer Sachstandsbericht: Klimawandel 2014 Zusammenfassung für Entscheidungstragende. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien. Helga Kromp-Kolb, Nebojsa Nakicenovic, Karl Steininger 2014, S30+31

26 Zwölfter Umweltkontrollbericht – Klima im Wandel. Umweltbundesamt n REP-0684, Wien 2019, Seite 3

27 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7

28 Der Schweizer Tourismus im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien, Universität Bern, Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus (FIF), Prof. Dr. Hansruedi Müller, Therese Lehmann Friedli, 29.07.2011, Seite

29 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, S45

30 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012 Herausgeber Strategie des Bundesrates, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt (BAFU). Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

31 KLIMAWANDEL. Auswirkungen auf die Alpen und was wir tun können. Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2017, Seite 4

32 KLIMAWANDEL Auswirkungen auf die Alpen und was wir tun können. Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2017, Seite 4

Hochwasser

Unter den derzeitigen Klimabedingungen treten die Mehrzahl der Hochwasser im Sommer auf.³³ Als Folge des Klimawandels werden jedoch Winterhochwasser wahrscheinlich häufiger auftreten. Der Grund liegt in der vorausgesagten Zunahme der Niederschlagssumme im Winter bei gleichzeitigem Anstieg der Schneefallgrenze. Entsprechend den veränderten Abflüssen nimmt das Hochwasserrisiko im Winter zu, während im Sommer die Gefahr von Trockenperioden steigt.³⁴ Auch im Frühjahr und Frühsommer könnte das Hochwasserrisiko aufgrund der Überlagerung von großflächiger Schneeschmelze und intensiven Niederschlägen zunehmen. Die Unsicherheiten in diesen Projektionen sind laut einer Studie des Schweizer Bundesrates allerdings relativ groß.

Der alpine Wasserkreislauf ist besonders komplex. Das liegt daran, dass in den Alpen ein großer Anteil des Niederschlags als Schnee fällt. Dieser Schnee ist eine wichtige Größe im Wasserkreislauf der Gebirge. Die winterliche Schneedecke kann große Mengen an Wasser speichern und gibt diese verzögert durch die Schneeschmelze wieder frei. Durch diesen Effekt der Wasserspeicherung kann die Hochwassergefahr abgeschwächt werden, weil eben Niederschlag nicht sofort als Abfluss wirksam wird, sondern als Schnee an der Erdoberfläche liegen bleibt. Aber es kann auch das Gegenteil eintreten, dass die in der Schneedecke gespeicherte Wassermenge durch plötzliche Schmelze mobilisiert und damit ein Hochwasser ausgelöst wird.³⁵ Die wahrscheinliche Zunahme von Hochwasserereignissen wird zu einer veränderten Gefährdung von Siedlungen, Gebäuden, Verkehrswegen, Infrastrukturen und landwirtschaftlichen Nutzflächen führen. Besonders anfällig sind Siedlungsmuster mit großen versiegelten Flächen, welche die Versickerung verhindern.³⁶

Wildbäche

Wildbäche führen steigende Mengen an Lockermaterial im Bachbett. Das liegt daran, weil der Temperaturanstieg im Gebirge das Auftauen des Permafrosts, den Gletscherrückzug und die Verwitterungsprozesse beschleunigt, was wiederum eine verstärkte Mobilisierung von Lockermaterial zur Folge hat. Die Veränderung des Niederschlags bewirkt zudem größere und variabelere Abflüsse und häufigere spontane Rutschungen. Dadurch steigt die Geschiebezufuhr in die Gebirgsflüsse. Die Wahrscheinlichkeit von Schlamm- und Gerölllawinen (Murgängen), welche zu Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen führen können, steigt.³⁷

Zunahme von Massenbewegungen

Als Folge des Klimawandels werden Massenbewegungen wie Erdbeben, Steinschlag, Felsstürze und Murgänge in den kommenden Jahrzehnten wahrscheinlich häufiger. Grund dafür sind die Gletscherschmelze und das langsame Auftauen des Permafrosts. Beides führt in steilen Lagen der Alpentäler zu einer Abnahme der Hangstabilität. Das Risiko von Hangrutschungen wird zudem durch die mögliche Zunahme von Starkniederschlägen und den Anstieg der Schneefallgrenze erhöht.³⁸ Von den klimabedingten Veränderungen der Naturgefahren sind Siedlungen, Gebäude, Verkehrswege und Infrastrukturen³⁹, aber auch Gas- und Stromleitungen sowie touristische Anlagen betroffen.⁴⁰ Da sich die meisten menschlichen und touristischen Aktivitäten auf die oft dicht besiedelten Alpentäler konzentrieren, können Naturkatastrophen beachtliche Schäden anrichten.⁴¹

Pflanzen & Tiere – Biodiversität

Die Erderwärmung verändert die Artenzusammensetzung im Bereich der Pflanzen- und Tierwelt. Viele alpine Pflanzen und Tiere, die auf kalte Gebiete spezia-

33 Die Alpen im Klimawandel - ökologische und ökonomische Folgen für den Wintertourismus in Österreich. Friedrich Zimmerl - Technischen Universität Wien Fakultät für Architektur und Raumplanung. 2001, Seite 84

34 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014 – 2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014, Seite 32

35 AUSTRIAN CLIMATE RESEARCH PROGRAMME in ESSENCE. BERICHTE ZUR KLIMAFOLGENFORSCHUNG. 2017 – Seite 23

36 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012, Seite 11

37 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/verfahrenprozesse/naturgefahren-und-klimawandel.html>

38 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder; Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012, Seite 12

39 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder; Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012, Seite 61

40 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder; Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012, Seite 12

41 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7. Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 9

lisiert sind, müssen in höhere Lagen wandern, wodurch sich ihr Lebensraum verkleinert.⁴² Anpassungsfähigere Arten werden unflexiblere verdrängen.⁴³ Zahlreiche Fische und Insekten werden eine Erwärmung der Gebirgsbäche nicht überleben.⁴⁴ Für jedes Alpentier, das aussterben wird, wandern neue exotische Arten aus dem warmen Südeuropa ein.⁴⁵ Auch der Bergwald wird sein Gesicht verändern, den beiden mächtigsten Nadelbäumen Tanne und Fichte, könnte es zu heiß und zu trocken werden. Der Borkenkäfer wiederum findet ideale Bedingungen vor, um sich auszubreiten. Verstärkte Trockenperioden und Extremereignisse wie Windböen und Waldbrände setzen den Bergwäldern zu. Dennoch wird der Wald überleben, wenn sich auch sein Aussehen verändern wird.⁴⁶

Wusstest du schon?

- Die Gletscher in den Alpen haben in den letzten 150 Jahren (bis zum Jahr 2009) 52 % ihrer Fläche und 60 % ihrer Masse verloren. Das hat massive Auswirkungen auf die Wasserführung der Alpenflüsse.⁴⁷
- Die Abnahme der Schneebedeckung in Gebirgsräumen führt zu einer zusätzlichen Erwärmung. Grund: Albedo – Veränderung der Absorption der Sonnenstrahlung.
- Bis 2100 werden voraussichtlich ca. 31-51 % der alpinen Pflanzenarten mehr als 80 % des für sie geeigneten Lebensraums verlieren.⁴⁸
- Bei einer durchschnittlichen globalen Erwärmung um 3 °C in den nächsten 100 Jahren ist eine Verschiebung der Vegetationszonen von ca. 600 km von Süd nach Nord bzw. eine vertikale Verschiebung, um ca. 600 m zu erwarten.⁴⁹

2.2. Veränderungen beim Schnee

Bisherige Schnee-Entwicklung: Das weiße Gold macht sich rarer

Schnee ist das Herzstück eines Skigebiets und der entscheidende Pull-Faktor für Wintersportler. Seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts nehmen laut Sonderbericht des Weltklimarats auf der gesamten Nordhalbkugel sowohl die Schneefälle als auch das Ausmaß der Schneedecke und die Dauer der Schneesaison ab. Die Schneedecke schrumpft jedes Jahrzehnt in den Monaten März und April um ein bis zwei Prozent, die Schneesaison reduziert sich um mehr als fünf Tage. Je südlicher die Region, desto stärker fallen die Veränderungen aus.⁵⁰ So hat die Höhe der Schneedecke in Österreich in den letzten 50 Jahren im Süden deutlich abgenommen, im Westen Österreichs war diese Entwicklung nicht ganz so ausgeprägt. Im Nordosten wurden hingegen keine signifikanten Änderungen gemessen.⁵¹

Bereits im Jahr 2008 berichtet der internationale Seilbahnverband, dass die Schneedecke seit 1966 im nördlichen Teil Europas um ein Zehntel zurückgegangen ist.⁵² In den letzten Jahrzehnten hat sich die Dauer der Schneebedeckung vor allem in mittelhohen Lagen (um 1.000 m Seehöhe) verkürzt.⁵³ Je geringer und kürzer die Schnee- und Eisbedeckung ist, desto mehr kann sich das schnee- und eisfreie Land erwärmen.⁵⁴ Das ständige Sekretariat der Alpenkonvention geht in einer Publikation davon aus, dass die Schneebedeckung in den Alpen auf unter 1.500-2.000 m Höhe weiter drastisch sinken wird. Im Winter ist in tieferen Lagen durch die Temperaturzunahme vermehrt mit Regen statt mit Schnee zu rechnen.⁵⁵ Das Abnehmen der Schneetage in tieferen Lagen ist für die Winteratmosphäre abträglich und könnte die „Lust auf den alpinen Wintersport“ mindern.⁵⁶

42 KLIMAWANDEL. Auswirkungen auf die Alpen und was wir tun können. Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2017, Seite 4

43 Die Alpen im Klimawandel - ökologische und ökonomische Folgen für den Wintertourismus in Österreich. Friedrich Zimmerl - Technischen Universität Wien Fakultät für Architektur und Raumplanung. 2001, Seite 84

44 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, Seite 49

45 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, Seite 49

46 Klimawandel in den Alpen - Leben mit Naturgefahren. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abt. Wildbach- und Lawinenverbauung, Franz Roßnagl, 2014, Seite 49

47 Die Alpen im Klimawandel: Die Fakten. CIPRA 2009, 3 seitige CIPRA-Liste

48 ebenda

49 Die Alpen im Klimawandel: Die Fakten. CIPRA 2009, 3 seitige CIPRA-Liste

50 Intergovernmental Panel on Climate Change. 1,5 °C GLOBALE ERWÄRMUNG. IPCC Sonderbericht 30.11.2018

51 AUSTRIAN CLIMATE RESEARCH PROGRAMME in ESSENCE, BERICHTE ZUR KLIMAFOLGENFORSCHUNG. 2017 – Seite 27

52 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite 1

53 Österreichischer Sachstandsbericht: Klimawandel 2014 Zusammenfassung für Entscheidungstragende. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien. Helga Kromp-Kolb, Nebojsa Nakicenovic, Karl Steininger 2014, S30+31

54 Zwölfter Umweltkontrollbericht – Klima im Wandel. Umweltbundesamt n REP-0684, Wien 2019, Seite 3

55 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7

56 Der Schweizer Tourismus im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien, Universität Bern, Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus (FIF), Prof. Dr. Hansruedi Müller, Therese Lehmann Friedli, 29.07.2011, Seite 27

Abnehmende Schneesicherheit

In höheren Lagen verändern sich die Schneehöhen durch Veränderungen des Niederschlags – daher sind die Aussagen deutlich unsicherer.⁵⁷ Vom Anstieg der Schneefallgrenze ist auch der Wintertourismus betroffen. Der steigenden Schneefallgrenze versucht man derzeit primär mit technischen Maßnahmen wie der künstlichen Beschneigung zu begegnen, auf die wir in unseren Artikeln zur „technischen Beschneigung“ eingehen. Diese wird aber nach Einschätzung vieler Studienautoren wegen der fortschreitenden Erwärmung in tieferen Lagen nur vorübergehend wirksam sein⁵⁸, wobei manche Gebiete klar benachteiligt sind. Wegen der abnehmenden Schneesicherheit können vor allem tief gelegene Schneesportgebiete in den Voralpen unter Druck geraten. Nach einem SPIEGEL-Bericht liegen 196 alpine Resorts und damit ein Fünftel aller Skigebiete unter 1.200 m und müssten im Jahr 2100 ohne Naturschnee auskommen. Diese liegen am Nordrand der Alpen, in Slowenien sowie in Ober- und Niederösterreich.⁵⁹ In den hohen Lagen der Alpen wird die Schneesicherheit dagegen einen Wettbewerbsvorteil darstellen.⁶⁰ Klar nachteilig beurteilt der internationale Seilbahnverband die Tatsache, dass aufgrund der Klimaentwicklung in der zweiten Winterhälfte zukünftig eher mehr Niederschlag und damit Schnee in den mittleren und höheren Lagen fallen wird (zwischen 1.700 m und 2.000 m⁶¹). Dieser Schnee führt tendenziell zu steigender Lawinen- und Hochwassergefahr und ist kaum mehr nutzbar, weil im Frühling andere Sportarten die Schneesportler abziehen.⁶²

2.2. Gab es nicht immer schon Naturgefahren in den Alpen?

Gab es nicht schon immer Naturgefahren in den Alpen?

In den Alpen mussten die Menschen seit jeher mit Naturgefahren leben:⁶³ „physikalische Umwandlungsprozesse“ waren immer schon Teil der Lebensrealität.⁶⁴ So hinterließen Naturkatastrophen seit dem Ende der letzten Eiszeit vor ca. 12.000 Jahren ihre Spuren. Wildbäche schütteten mächtige Schwemmkegel auf, Felsstürze und Steinschlag lagerten Gesteinsschutt in großen Halden ab.⁶⁵ Dennoch betonen viele Autoren, dass sich der Klimawandel neu auf die Umweltbedingungen in den Alpen auswirken wird. Und das massiv.⁶⁶ Konkret werden Naturgefahren verschärft, eine Verschiebung von Gefahrengebieten ist möglich.⁶⁷

Einst sicherere Gebiete könnten vermehrt von Naturgefahren betroffen sein.⁶⁸ Diese können insbesondere deshalb beachtliche Schäden anrichten, weil sich die meisten menschlichen Aktivitäten auf oft dicht besiedelte Alpentäler konzentrieren, die intensiv für den Tourismus genützt werden.⁶⁹ Immer wieder ist zu lesen, dass punktgenaue Vorhersagen schwierig zu treffen sind. „Das Ausmaß der Zunahme konkreter Ereignisse – was Häufigkeit und Intensität anbelangt – kann kaum prognostiziert werden. Hinzu kommt, dass sämtliche Klimafaktoren einer Saisonalität unterliegen, wie beispielsweise das österreichische Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus betont.⁷⁰ Was jetzt schon klar ist: Der Anstieg von extremen Wetterereignissen schlägt sich in den Schadenssummen zu Buche. Gemäß dem österreichischen Sachstandsbericht sind die ökonomischen Auswirkungen bereits erheblich und hätten in den letzten drei Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen.⁷¹

57 AUSTRIAN CLIMATE RESEARCH PROGRAMME in ESSENCE. BERICHTE ZUR KLIMAFOLGENFORSCHUNG. 2017 – Seite 27

58 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz, Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder, Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012, Seite 13

59 <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/schnee-in-skigebieten-wo-der-klimawandel-droht-a-1137571.html>

60 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014 – 2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014, Seite 32

61 Der Schweizer Tourismus im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien, Universität Bern, Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus (FIF), Prof. Dr. Hansruedi Müller, Therese Lehmann Friedli, 29.07.2011, Seite

62 Klimaeinfluss und Seilbahnen, Skigebietsmanagement, Internationaler Seilbahnverband O.I.T.A.F. 2008, Seite 4 und Der Schweizer Tourismus im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien, Universität Bern, Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus (FIF), Prof. Dr. Hansruedi Müller, Therese Lehmann Friedli, 29.07.2011, Seite 26

63 NATURGEFAHREN. RISIKO-GOVERNANCE. Alpenzustandsbericht. ALPENKONVENTION Alpensignale – Sonderserie 7, Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 18

64 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7, Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 30

65 https://www.naturgefahren.at/karten/chronik/Katastrophen_oestr.html

66 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7, Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 30

67 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE Alpenzustandsbericht ALPENKONVENTION, Alpensignale – Sonderserie 7, Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 9

68 <https://www.naturgefahren.at/karten/chronik/ereignisdoku/Naturkatastrophen.html>

69 NATURGEFAHREN RISIKO-GOVERNANCE, Alpenzustandsbericht. ALPENKONVENTION. Alpensignale – Sonderserie 7 Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 2019, Seite 9

70 <https://www.naturgefahren.at/karten/chronik/ereignisdoku/Naturkatastrophen.html>

71 Österreichischer Sachstandsbericht: Klimawandel 2014 Zusammenfassung für Entscheidungstragende. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien. Helga Kromp-Kolb, Nebojsa Nakicenovic, Karl Steininger 2014, S30+31