

Abschlussbericht

**Klimawandel und
Wintersporttourismus**

Gesundheitseffekte,
Klimawandeleinflüsse und -anpassung

Projektleitung:

Prof. Dr. Jürgen Schmude

Projektwissenschaftlerin:

M.Sc. Pauline Metzinger

Projektlaufzeit:

01.12.2022 – 30.09.2024

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
1 Einleitung und Problemstellung.....	1
2 Projektbeschreibung.....	1
2.1 Untersuchungsgebiet Bayern	1
2.2 Projektziele und Forschungsfragen.....	2
2.3 Projektdesign	3
3 Arbeitspaket 1: Nachfrageseitige Gesundheitseffekte des Wintersporttourismus.....	5
3.1 Methodik	5
3.2 Positive Gesundheitseffekte.....	6
3.3 Negative Gesundheitseffekte	14
3.4 Zwischenfazit	15
4 Arbeitspaket 2: Klimawandeleinflüsse auf den Wintersporttourismus.....	17
4.1 Methodik	17
4.2 Zusammenstellung von tourismusrelevanten Klimadaten	17
4.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die technische Beschneigung	21
4.4 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wintersporttourismus in Bayern	23
5 Arbeitspaket 3: Ableitung von Klimaanpassungsstrategien im bayerischen Wintersporttourismus.....	24
5.1 Methodik	24
5.2 Strukturierte Darstellung aller theoretisch möglichen und umsetzbaren Adaptionenmaßnahmen	29
5.3 Status quo-Analyse der Klimawandelanpassung bayerischer Skigebiete.....	33
5.4 Treiber und Barrieren der Anpassung.....	39
6 Zusammenfassung und Fazit.....	46
Literaturverzeichnis.....	50
Anhang: Fragebogen zur Klimawandelanpassung in bayerischen Skigebieten	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl an Schneetagen* in den bayerischen Alpen und im Bayerischen Wald	19
Tabelle 2: Anstieg der zu produzierenden Schneemenge pro Grad Temperaturanstieg zur Sicherung der Skisaison in Bayern im Vergleich zum Referenzjahr 2013.....	22
Tabelle 3: Übersicht über die durchgeführten Interviews	28
Tabelle 4: Übersicht der Ergebnisse der Clusteranalyse	34
Tabelle 5: Betriebsstrukturen nach Cluster.....	37
Tabelle 6: Anteil der Skigebiete je Cluster, die eine jeweilige Klimawandelanpassungsmaßnahme bereits umgesetzt bzw. geplant haben*	38
Tabelle 7: Treiber und Barrieren bei der Umsetzung und Planung von Anpassungsmaßnahmen	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Betriebene Skigebiete und Skilifte im Winter 2023/2024	2
Abbildung 2: Projektdesign mit Arbeitspaketen und Methoden	4
Abbildung 3: Annäherung zum Forschungsgebiet „Gesundheitseffekte von Wintersporttourismus“	5
Abbildung 4: Veränderung der Schneefallmenge (2041-2060) im Vergleich zur Referenzperiode (1986-2000)	20
Abbildung 5: Änderung der Anzahl der Eistage in den bayerischen Alpen 1990-2090 zur Referenzperiode (1971-2000).....	21
Abbildung 6: Modell zur Klimawandelanpassung und deren Treiber und Barrieren	25
Abbildung 7: Datengrundlage der Online-Befragung (rot) sowie die teilgenommenen Skigebiete und Lifte (grün)	27
Abbildung 8: Theoretisch mögliche und umsetzbare Klimawandelanpassungsmaßnahmen in Bayern	30
Abbildung 9: Lage der Skigebiete nach Cluster	36
Abbildung 10: Bereits umgesetzte und geplante Klimawandelanpassungsmaßnahmen	37
Abbildung 11: Treiber und Barrieren der Klimawandelanpassung	40

1 Einleitung und Problemstellung

Der Tourismus ist in Bayern ein bedeutsamer Wirtschaftsfaktor, wobei der Wintersporttourismus in einigen bayerischen Regionen eine wichtige ökonomische und ideelle Rolle innehat. In vielen Destinationen wird ein erheblicher Anteil der touristischen Wertschöpfung während der Wintermonate generiert (Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection 2021b; Tranos und Davoudi 2014), und für viele Besuchende ist die Möglichkeit, Wintersport zu betreiben, ein entscheidender Faktor bei der Wahl ihres Urlaubsziels (Bausch et al. 2017). Darüber hinaus bringt der Wintersport zahlreiche positive Effekte wie z.B. positive Gesundheitseffekte für die Besucher:innen und die Bewohner:innen vor Ort mit sich.

Unter Wintersporttourismus werden alle Formen des aktiven Wintertourismus verstanden, bei denen schneegebundene Outdoor-Aktivitäten eine Rolle spielen, wie beispielsweise Alpinski fahren, Langlaufen, Skitourengehen, Schneeschuhwandern, Winterwandern und Rodeln (Roth et al. 2018). Der Wintersporttourismus sieht sich jedoch durch einige externe Einflussfaktoren konfrontiert. Der demografische Wandel und der im Alpenraum besonders rasch fortschreitende Klimawandel stellen die Anbieter- und Nachfrageseite im Wintersporttourismus vor Herausforderungen wie beispielsweise steigende Kosten für den Winterurlaub, Konkurrenz durch schneesichere Destinationen, mildere Winter und Schneemangel oder verkürzte Zeitfenster für die technische Beschneigung. Insbesondere für tiefer gelegene und weniger schneesichere Skigebiete stellt der Klimawandel ein Risiko für die Fortführung von Unternehmen dar (Steiger und Abegg 2018; APCC 2014; Bausch und Gartner 2020). Aus diesem Grund ist der Anpassungsdruck für niedrig gelegene Wintersportgebiete wie in Bayern besonders hoch. Die Branche steht an einem Wendepunkt, bei dem es gilt, geeignete Anpassungsmaßnahmen zu finden, um die positiven Effekte des Wintersporttourismus möglichst zu erhalten und die negativen Effekte durch den Klimawandel abzumildern (Bausch et al., 2019; Steiger, 2013).

2 Projektbeschreibung

2.1 Untersuchungsgebiet Bayern

Der bayerische Wintersporttourismus ist geprägt durch einen hohen Anteil an kleinen bis mittelgroßen Skigebieten (Steiger & Abegg, 2018) in relativ niedrigen Höhenlagen (Abegg et al. 2017; Bausch 2019; Scott, Gössling & Hall, 2012). Die relativ flachen und breiten Täler befinden sich oft in Höhenlagen von 750 Metern oder darunter. Zudem sind viele der alpinen Berge entweder sehr felsig oder haben steile, bewaldete Hänge (Bausch, 2019). Die meisten Skigebiete konzentrieren sich auf die Bayerischen Alpen im Süden Bayerns und den Bayerischen Wald im Osten (Abbildung 1). Mehr als 50 % der 241 Skigebiete verfügen lediglich über einen einzelnen Lift mit

durchschnittlich 0,7 Kilometern erschlossenen Pisten. In den wenigen größeren Skigebieten erstreckt sich das Pistenetz typischerweise zwischen 20 und 30 Kilometern (siehe Abschnitt 5 – Arbeitspaket 3). Aufgrund der geografischen Einschränkungen ist das Potenzial für Wintersport in Bayern im Vergleich zu anderen alpinen Regionen relativ begrenzt, was die bayerischen Skigebiete weniger wettbewerbsfähig macht (Bausch 2019). Dennoch hat der Wintersport in Bayern eine lange Tradition, und Tagesausflügler:innen, Kurzurlauber:innen sowie Besucher:innen beispielsweise aus dem Ballungsraum München bilden eine große Zielgruppe für die bayerischen Skigebiete (Bausch 2019).

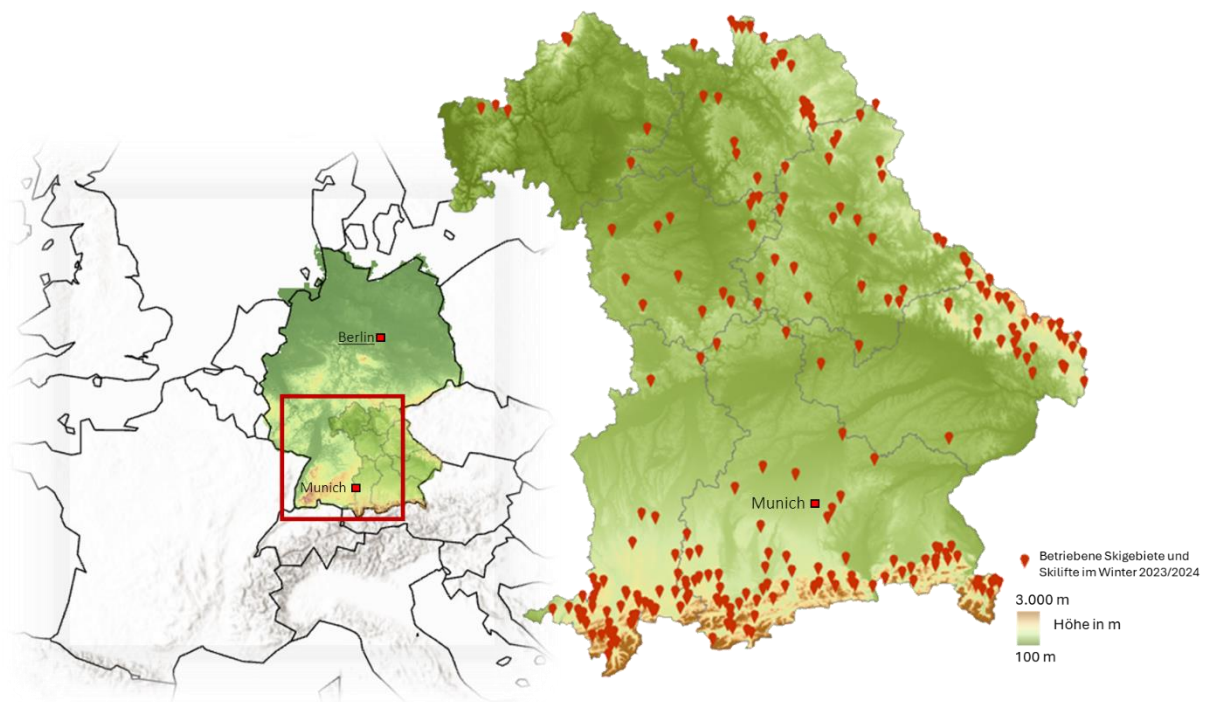


Abbildung 1: Betriebene Skigebiete und Skilifte im Winter 2023/2024

Quelle: eigene Darstellung basierend auf openskimap.org, skiresort.de, GeoBasis-DE/BKG (2024)

2.2 Projektziele und Forschungsfragen

Im Zentrum dieses Projekts steht der Wintersporttourismus (WST) in Bayern. Zunächst werden die Effekte des WST auf die Gesundheit der Besucher:innen sowie der ansässigen Bevölkerung betrachtet. Im nächsten Schritt wird analysiert, auf welche Weise der Klimawandel eine Bedrohung für den WST und seine positiven Effekte in Bayern darstellt. Vor dem Hintergrund des Klimawandels rückt die Klimawandelanpassung der Skigebiete ins Zentrum des Interesses dieses Forschungsprojekts. Es wird der Status quo der Klimawandelanpassung in Bayern ermittelt, um festzustellen, in welchem Maße die Klimawandelanpassung im bayerischen WST bereits fortgeschritten ist, welche Maßnahmen für die Zukunft bereits geplant sind und mit welchen Barrieren und Treibern der Klimawandelanpassung die bayerischen Skigebiete konfrontiert sind. Ein zentrales Ziel des Projekts ist es, die Heterogenität der bayerischen Skigebiete bei der Analyse der

möglichen Klimawandelanpassungsmaßnahmen, deren Umsetzungshürden und Faktoren, die die Entwicklung fördern, zu berücksichtigen.

Folgende Forschungsfragen werden beantwortet:

- Welche positiven und negativen Effekte hat der Winter(sport)tourismus auf die Gesundheit?
- Auf welche Weise stellt der Klimawandel eine Bedrohung für den WST in Bayern dar?
- Welche Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel existieren und wie ist der Status quo der Umsetzung in Bayern?
- Welche Treiber und Barrieren sind eine Unterstützung bzw. eine Hürde für die Klimawandelanpassung bayerischer Skigebiete?

Diese Forschungsfragen zielen darauf ab, eine differenzierte Zusammenstellung der Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel für Skigebiete unterschiedlicher Größe, Kapazität und klimatischer Situation zu bieten. Mittels der Status quo-Analyse der Klimawandelanpassung wird der aktuelle Stand der Anpassung ermittelt. Die Analyse der Treiber- und Barrieren unterstützt Verantwortliche von Skigebieten und Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung beim Abbau von Anpassungshürden mit dem Ziel, die positiven Effekte des WST auf die Gesundheit der Tourist:innen und der Bevölkerung zu bewahren.

2.3 Projektdesign

Das Projekt wird in Zusammenarbeit zwischen dem Bayerischen Zentrum für Tourismus (BZT) und der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) durchgeführt. Es ist in mehrere Arbeitspakete unterteilt, auf deren Grundlage schließlich die o.a. Forschungsfrage beantwortet wird. Das Projekt stützt sich auf Primär- (qualitative Interviews, Datenerhebung durch Online-Befragung) und Sekundärdaten (Literaturanalyse). Durch die Kombination von quantitativen und qualitativen Daten im Mixed-Method-Ansatz können sowohl generalisierbare Ergebnisse auf breiter Ebene

erzielt als auch kontextbezogene, detaillierte Einblicke gewonnen werden, die zur Validierung der quantitativen Ergebnisse dienen.

Der Projektaufbau ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Schwerpunkt des Arbeitspakets 1 (AP1) liegt auf den Effekten des WST auf die touristische Nachfrageseite und untersucht die Gesundheitseffekte des WST anhand einer Literaturanalyse und Expert:innengesprächen.

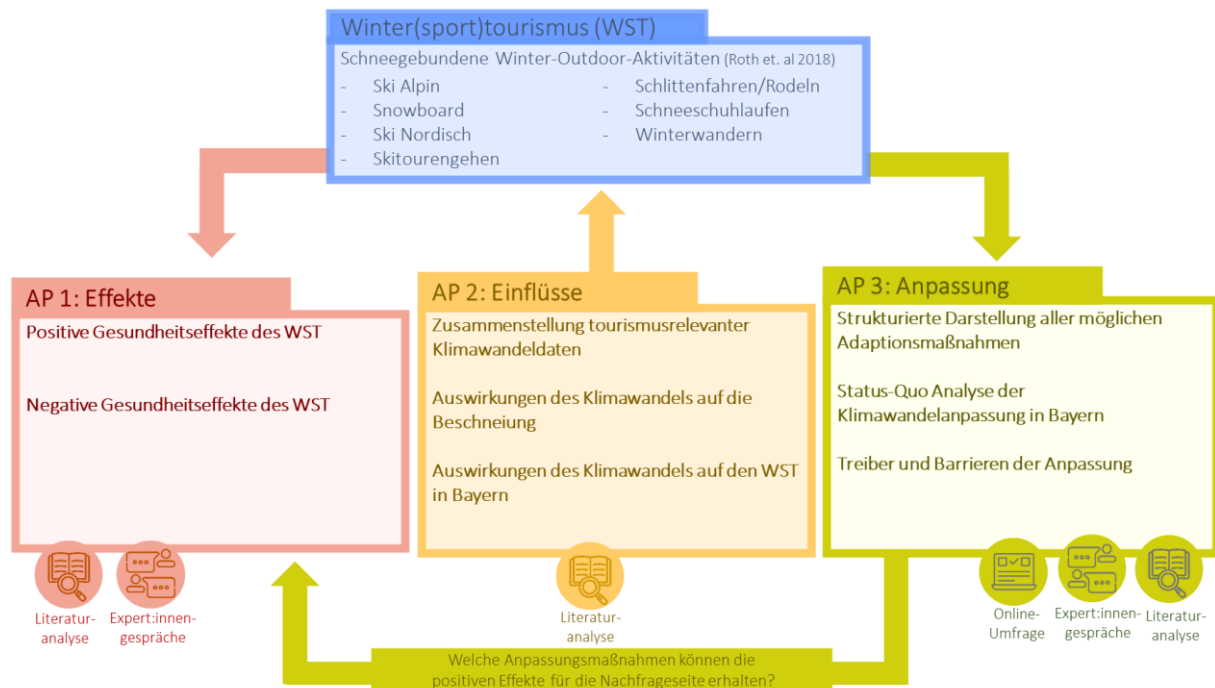


Abbildung 2: Projektdesign mit Arbeitspaketen und Methoden
 Quelle: eigene Darstellung, Symbole: Andrian Prabowo

In Arbeitspaket 2 (AP2) liegt der Schwerpunkt auf den Einflüssen durch den Klimawandel, der Haupteinflussfaktor auf den WST in Bayern. Durch eine Literaturanalyse wird eine Zusammenstellung globaler sowie regionaler tourismusrelevanter Klimadaten vorgenommen, die insbesondere für den WST in Bayern von Bedeutung sind. Dabei wird die Frage beantwortet, wie der Klimawandel sowohl gegenwärtig als auch in Zukunft auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstands den WST in Bayern beeinflusst.

Im dritten Arbeitspaket (AP3) liegt der Schwerpunkt auf den Anpassungsmaßnahmen der Skigebiete im Hinblick auf den Klimawandel. Untersucht werden der Status quo, Treiber und Barrieren der Klimawandelanpassung der bayerischen Skigebiete.

Im letzten Abschnitt (Kapitel 6) werden die behandelten Arbeitspakete in einem Fazit zusammengefasst, um die Forschungsfragen zu beantworten.

3 Arbeitspaket 1: Nachfrageseitige Gesundheitseffekte des Wintersporttourismus

3.1 Methodik

In diesem Arbeitspaket werden die Effekte des Wintersporttourismus (WST) auf die touristische Nachfrageseite analysiert. Der Fokus des Arbeitspakets liegt auf den positiven sowie negativen Effekten des WST auf die Nachfrageseite, insbesondere auf den Effekten für Gesundheit und Zufriedenheit von Gästen und Einheimischen. Die Ergebnisse dieses Arbeitspakets basieren auf einer Literaturanalyse sowie auf einem Gespräch mit der Expertin Dr. Elisabeth Happ (Institut für Sport-, Alpinmedizin und Gesundheitstourismus der Universität UMIT Tirol).

Das Forschungsfeld Wintersporttourismus und dessen Gesundheitseffekte ist eine interdisziplinäre Querschnittsaufgabe. Der aktuelle Forschungsstand beschränkt sich bisher hauptsächlich auf Teilaspekte, die aus der Perspektive der Tourismuswissenschaft, der Psychologie sowie der Medizin untersucht wurden. Bisher hat sich dieses Themengebiet daher nicht als eigenständiges Forschungsfeld etabliert. Dennoch ist es möglich, sich dem aktuellen Forschungsstand durch die Integration der Ergebnisse aus den verschiedenen Teilbereichen anzunähern und die Erkenntnisse zusammenzuführen. Abbildung 3 zeigt die Annäherung an den Forschungsstand „Gesundheitseffekte von Wintersporttourismus“ über verwandte Themenfelder in dieser Literaturanalyse.

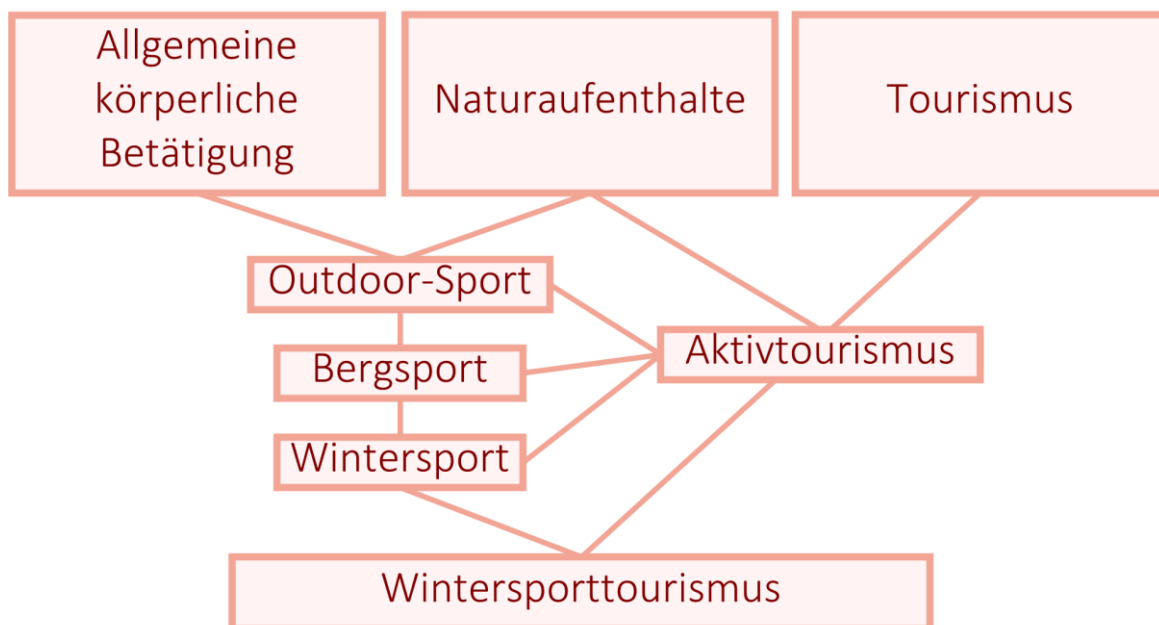


Abbildung 3: Annäherung zum Forschungsgebiet „Gesundheitseffekte von Wintersporttourismus“
Quelle: eigene Darstellung

3.2 Positive Gesundheitseffekte

3.2.1 Gesundheitliche Effekte von körperlicher Betätigung allgemein

Die Literaturanalyse zeigt, dass regelmäßige körperliche Aktivität entscheidend ist für die Verbesserung sowie Erhaltung der körperlichen und geistigen Gesundheit (Pedersen und Saltin 2015). Sportliche Betätigung sowohl im Tourismus als auch außerhalb davon (z.B. Freizeit- oder Spitzensport) kann das psychische Wohlbefinden sowie das langfristige subjektive Wohlbefinden und die Lebenszufriedenheit positiv beeinflussen (Clough et al. 2016). Insbesondere gibt es Hinweise darauf, dass regelmäßige körperliche Aktivität Depressionen verhindern kann, selbst bei niedrigen Aktivitätsniveaus, wie z. B. das Gehen von mindestens 150 Minuten pro Woche (Mammen und Faulkner 2013). Eine Übersichtsarbeit von Pedersen und Saltin (2015) zeigt, dass körperliche Aktivität in der Medizin wirksam ist bei der Behandlung von 26 verschiedenen Krankheiten. Neben psychische Erkrankungen gehören dazu neurologische Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Lungenerkrankungen, Muskel-Skelett-Erkrankungen und Krebs.

3.2.2 Gesundheitliche Effekte von Naturaufenthalt

Da Wintersport im Freien und in der Natur ausgeübt wird, spielt der Einfluss der natürlichen Umgebung eine wichtige Rolle. In der Forschung zu Ökosystemdienstleistungen sind die direkten Auswirkungen von Naturerfahrungen auf die psychische Gesundheit des Menschen bisher relativ wenig erforscht (Bratman et al. 2019). Dennoch existieren Erkenntnisse aus den Sozialwissenschaften und der Medizin zu den gesundheitlichen Vorteilen von Naturaufenthalt: Der Kontakt des Menschen mit der Natur birgt ein erhebliches Potenzial zur Bewältigung von Gesundheitsproblemen wie Übergewicht, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Depressionen und anderen psychischen Erkrankungen. Naturerfahrungen (z. B. in Form von „Waldbaden“) bieten sowohl präventive als auch therapeutische Möglichkeiten über die gesamte Lebensspanne hinweg (Frumkin et al. 2017; Steckenbauer et al. 2017; Gladwell et al. 2013). Studien zeigen, dass der Kontakt mit der Natur mit besserem Schlaf und einer Reduktion von Stress einhergeht, was wiederum das Risiko psychischer Erkrankungen, insbesondere von Depressionen, senken kann (Bratman et al. 2019). Obwohl diese Forschung vielversprechend ist, fehlen bislang quantitative Daten zu Dosis, Dauer und Wirkung bei Patient:innen mit unterschiedlichen Merkmalen und Symptomen. Ebenso mangelt es an praktischen Implementierungsmethoden innerhalb der etablierten Gesundheitssysteme. Klinische Tests und eine medizinische Zertifizierung sind daher noch erforderlich, um diese Ansätze vollständig in die medizinische Versorgung zu integrieren (Buckley 2019). Da direkte Naturerfahrungen für die jüngeren Generationen immer seltener werden, verringern sich ihre

Möglichkeiten, Natur zu erleben, und damit auch die positiven Auswirkungen auf ihre Gesundheit (Miller 2005).

3.2.3 Gesundheitliche Effekte von Tourismus

Die Werbung sowie das generelle Meinungsbild suggerieren positive Gesundheitseffekte von Urlaubsreisen, die durch subjektive Einschätzung der Reisenden bestätigt werden. Die Effekte von Urlaubsreisen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden von Reisenden werden allerdings in der wissenschaftlichen Literatur kontrovers diskutiert. Erkenntnisse in diesem Bereich stammen bisher hauptsächlich aus der Forschung zu Organisational Behaviour (interdisziplinäres Forschungsfeld, das sich der Analyse von Individuen, Gruppen und ganzen Organisationen widmet) und den Gesundheitswissenschaften. Die meisten Studien in diesem Bereich widmen sich der Frage, ob Urlaubsreisen tatsächlich zur Gesundheit und zum psychischen Wohlbefinden beitragen kann (Chen und Petrick 2013). Seitens der Tourismusforschung liegt kein Forschungsschwerpunkt auf der Analyse der Effekte von Urlaubsreisen auf die Gesundheit der Reisenden und der Einfluss von Tourismus auf die mentale Gesundheit stellt ein relativ neues Forschungsgebiet dar (Buckley 2023). Eine Übersichtsarbeit von Chen und Petrick (2013) zeigt empirische Befunde zu den Vorteilen des Reisens: Urlaubsreisen werden mit einer Verbesserung der Lebensqualität und des Glückempfindens assoziiert. Positive Reiseerlebnisse können sich dabei sowohl positiv auf die physische und psychische Gesundheit als auch auf familiäre Beziehungen und das persönliche Wohlbefinden auswirken. Mehrere empirische Studien haben einen Zusammenhang zwischen Reiseerfahrungen und der subjektiv wahrgenommenen Gesundheit sowie dem allgemeinen Wohlbefinden aufgezeigt. Darüber hinaus kann eine Urlaubsreise dazu beitragen, Arbeitsstress, Burnout, Erschöpfung und Fehlzeiten zu reduzieren. In der Literatur wird jedoch kontrovers diskutiert, wie langanhaltend diese Effekte sind. Verschiedene Studien zeigen, dass die positiven Effekte einer Urlaubsreise innerhalb von zwei Wochen bis zwei Monaten allmählich wieder abnehmen (Chen und Petrick 2013; Chen et al. 2013). Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die positiven Auswirkungen auf Stress und Arbeitsbelastung nach Beendigung der Urlaubsreise und Rückkehr an den Arbeitsplatz allmählich abklingen. Eine weitere Studie hat gezeigt, dass zusätzliche Urlaubsreisen nicht zwangsläufig positivere Effekte auf das Glücksempfinden der Reisenden hat: Obgleich Reisende im Vergleich zu Nichtreisenden eine positivere Grundeinstellung aufweisen, zeigt sich in einer Studie von Nawijn (2011), dass Personen, die ihre Reisehäufigkeit oder die Anzahl der Urlaubstage erhöht oder die Anzahl der Reisen und/oder Tage reduziert haben, keine signifikante Veränderung hinsichtlich ihrer Glücksempfindung oder das Wohlbefinden aufweisen (Schlemmer et al. 2019). Es mangelt bislang noch an Forschung über die Effekte von Tourismus auf die physische Gesundheit der Reisenden. In ihrer Studie aus dem Jahr 2013 legen Chen und Petrick dar, dass davon ausgegangen werden kann, dass eine

Urlaubsreise keinen direkten Einfluss auf die Entwicklung eines aktiven und gesunden Lebensstils hat. Allerdings lässt sich beobachten, dass Menschen, die einen aktiven und gesunden Lebensstil pflegen, mit höherer Wahrscheinlichkeit verreisen. Daher sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um besser zu verstehen, ob Urlaubsaktivitäten dazu beitragen, die körperliche Aktivität aufrechtzuerhalten und einen gesunden Lebensstil zu fördern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bisher noch Unklarheit über die kurzfristigen sowie langfristigen Effekte von Urlaubsreisen herrscht. Teilweise lässt sich die Unklarheit in der Forschung damit erklären, dass unterschiedliche Konzepte herangezogen werden, um die positiven Effekte von Urlaubsreisen zu untersuchen: teilweise untersuchen Studien die Effekte von Tourismus auf die mentale Gesundheit, andere Studien messen die Effekte auf das Wohl- oder Glücksempfinden der Reisenden. Die Messung der Auswirkungen des Tourismus auf die psychische Gesundheit erweist sich zudem als komplexer als die Messung des Wohlbefindens. Dies ist darauf zurückzuführen, dass dem Konstrukt des Wohlbefindens lediglich ein einziger Parameter zugrunde liegt, während die Messung der mentalen Gesundheit auf einer Vielzahl unterschiedlicher, grundsätzlich verschiedener Parameter basiert. Zudem existiert kein einziges Maß sowie kein Kriterium für eine optimale psychische Gesundheit (Buckley 2023). Auch die unterschiedlichen Messzeitspannen, verschiedene Untersuchungsmethoden und das Vorhandensein von Kontrollgruppen erschwert die Vergleichbarkeit der bisherigen Studien im Forschungsgebiet der Gesundheitseffekte von Tourismus und erschwert den Beweis einer langfristigen Wirkung von Urlaubsaufenthalten (Interview mit Dr. Elisabeth Happ 2023).

3.2.4 Gesundheitliche Effekte von Aktiv-, Outdoor- und Adventure-Tourismus sowie Outdoor-Sport

Obwohl die körperliche Aktivität an sich schon sehr vorteilhaft für Menschen ist, bietet die Kombination aus körperlicher Aktivität und Aufenthalt in der Natur im Sinne von Aktiv-, Outdoor- und Adventure-Tourismus oder Outdoor-Sport darüber hinaus das Potential für eine Vielzahl an weiteren Vorteilen (Eigenschenk et al. 2019; Shanahan et al. 2016). Das gesundheitliche Potential von Natursportarten (wie z.B. Skifahren) wurde von der Forschung erkannt, bleibt in der Praxis und als therapeutische Maßnahme jedoch bisher ungenutzt (Clough et al. 2016). Houge Mackenzie et al. (2023) zeigen, dass Sport- und Abenteuer-tourismus das psychische Wohlbefinden von Individuen auf zwei unterschiedlichen Ebenen fördern kann. Einerseits kann er zu einer individuellen Selbstentfaltung und Selbstverwirklichung (= eudämonisches Wohlbefinden) beitragen, andererseits kann er auch unmittelbares Vergnügen und Glücksgefühle hervorrufen, die als hedonisches Wohlbefinden bezeichnet werden. Die Forschung konzentriert sich in diesem Bereich vor allem auf die Effekte von Outdoorsport auf die mentale Gesundheit von Individuen. In der

wissenschaftlichen Literatur wird von mehreren Studien die positive Wirkung von Outdoor-Aktivitäten auf die allgemeine psychische Gesundheit und psychische Stabilität betont. Neben den Auswirkungen auf das allgemeine Wohlbefinden, die Lebensqualität, Glück und Lebenszufriedenheit konnten Eigenschenk et al. (2019) Hinweise darauf finden, dass Outdoor-Sport Zustände von Meditation, intensiven Emotionen, dem Gefühl der Unabhängigkeit, Flow-Erfahrungen, psychologische Grundbedürfnisse wie Autonomie, Kompetenz und Verbundenheit, ein verbessertes Körpergefühl, die Entdeckung der Freude an der Leistung sowie ein intensives Naturerlebnis auslösen können.

Auf die physische Gesundheit wirkt sich Outdoor-Sport positiv durch eine gesteigerte Fitness (Ausdauerleistung und Ruheherzfrequenz), eine Verringerung des Blutdrucks oder von Übergewicht aus. Diese gesundheitsfördernden Effekte führen laut einer Meta-Analyse von Eigenschenk et al. (2019) zu einem geringeren Risiko für mehrere schwere Krankheiten wie Herzinfarkt, 13 Krebsarten, Schlaganfall und Typ-2-Diabetes. Ebenfalls ist Sport im Freien ist eine der besten Methoden, um die körperliche Leistungsfähigkeit von älteren Menschen zu erhalten.

Niedermeier et al. (2017a) haben in einer Studie gezeigt, dass körperliche Aktivität im Freien synergetische Effekte auf den Gefühlszustand hat, verglichen mit Aktivität in geschlossenen Räumen. Dafür haben die Forschenden Probanden untersucht und verglichen, die drei Stunden sitzen, drei Stunden Indoor-Laufbandtraining absolvieren oder drei Stunden Bergwandern. Das Bergwandern im Freien zeigte im Vergleich zum Laufbandtraining in Innenräumen während und unmittelbar nach der Intervention deutlich größere positive Effekte auf den Gefühlszustand und die Müdigkeitsanzeichen. Auch Thompson Coon et al. (2011) konnten in einer ähnlichen Studie zeigen, dass körperliche Aktivität in einer natürlichen Umgebung im Freien zusätzliche positive Auswirkungen auf das psychische Wohlbefindens haben kann, die bei ähnlicher körperlicher Aktivität in geschlossenen Räumen nicht beobachtet werden.

Während Outdoor-Sportarten oft als Synonym für ein höheres Verletzungs- oder Sterberisiko angesehen werden, konnte dies von Eigenschenk et al. (2019) nicht bestätigt werden. Demnach ist körperliche Inaktivität das weitaus größere Risiko für eine kürzere Lebenserwartung oder vorzeitige Todesfälle.

3.2.5 Gesundheitliche Effekte von Bergsport

Die positiven Effekte des Sports auf Meereshöhe können durch sportliche Aktivitäten im Gebirge zum Teil noch erheblich verstärkt werden. Ein Aktivurlaub in gemäßiger Höhe wird mit einer Vielzahl positiver gesundheitlicher Auswirkungen bei gesunden Personen oder bei Personen mit gesundheitlichen Risikofaktoren in Verbindung gebracht (Schobersberger et al. 2010). Helmenstein et al. (2007) zeigen, dass bei Beachtung der individuellen Leistungsgrenzen, die Sportausübung

in alpiner Umgebung nicht zu einer Überanstrengung, sondern zu zahlreichen weiteren positiven Effekten führen kann: dazu gehören die Stimulation von Bildung roter Blutkörperchen, eine Verbesserung der Sauerstoffabgabe an das Gewebe sowie des Blutzucker-Stoffwechsels, eine Reduktion von oxidativem Stress, Gewichtsabnahme und Zunahme von Koordination und Flexibilität. Die Studie identifiziert zudem verschiedene neuropsychologische Effekte des Bergsports, wie eine Verbesserung der Schlafqualität und der Lebenseinstellung. Besonders bei regelmäßiger Ausübung führt Bergsport zu einem nachhaltig positiven Einfluss auf die Gesundheit der Aktiven. Niedermeier et al. (2017b) unterstützen diese Ergebnisse und kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass wiederholtes Bergwandern mit moderater Intensität sowohl bei gesunden, als auch bei Patient:innen mit Risikofaktoren positive Effekte auf psychische Gesundheitsparameter hat. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Prävalenz von psychischen Gesundheitsproblemen bei Bergwander:innen im Vergleich zur europäischen Bevölkerung geringer ist.

Ein aktiver Urlaubsaufenthalt in alpinen Regionen könnte somit laut Schobersberger et al. (2010) eine vielversprechende Intervention für die regenerative Medizin darstellen und neue therapeutische Ansätze ermöglichen. Die Daten zeigen, dass während eines aktiven Urlaubsaufenthalts in mittlerer Höhe die individuellen Stresslevel gesenkt und die Erholungsfähigkeit gesteigert wurden. Während der Intervention verringerten sich Müdigkeit, Zeitdruck, Energieverlust, körperliche Beschwerden und ungelöste Konflikte. Gleichzeitig verbesserten sich die Schlafqualität, das Wohlbefinden und die körperliche Erholung. Mehrere dieser Schlüsselparameter blieben auch zwei Wochen nach der Rückkehr auf mittlerer Höhe weiterhin verbessert.

3.2.6 Gesundheitliche Effekte von Wintersportarten

Die positive Gesundheitseffekte von Wintersport sind im Rahmen klinischer Studien analog zu den positiven Gesundheitseffekten von Sport allgemein gut belegt.

Verschiedene Studien kommen zu dem Schluss, dass sich das alpine Skifahren als Intervallkraftausdauersportart mit mittlerer bis hoher Intensität positiv auf die Ausdauerleistung und Kraft der Hauptmuskulatur des Bewegungsapparates auswirkt (Conde-Pipó et al. 2022; Stöggl et al. 2017; Kahn et al. 1996). Burtscher et al. (2004), Lee et al. (2003) und Schobersberger et al. (2003) heben hervor, dass der schwankende Sauerstoffgehalt der Luft während Liftfahrten und Abfahrten spezifische Gesundheitsvorteile wie eine Verbesserung der Kontrolle des Blutzuckerspiegels, der Blutfettwerte und der körperlichen Belastbarkeit auslöst. Es konnte gezeigt werden, dass Sport in Kombination mit Kälteexposition die Entstehung neuer Mitochondrien stärker stimuliert als Sport allein, was einen weiteren potenziellen Nutzen des Skifahrens darstellt (Iglseder et al. 2015). Im Vergleich zu anderen Sportarten hat der alpine Skisport daher Vorteile, da er meist ganztägig auf einem mittleren bis hohen Belastungsniveau ausgeübt wird und somit eine gewisse Belastungsschwelle überschreitet (Conde-Pipó et al. 2022). Die positiven Effekte des alpinen

Skifahrens wurden insbesondere in Bezug auf ältere Skifahrende untersucht und bestätigt (Conde-Pipó et al. 2022; Niebauer und Burtscher 2021). So stärkt beispielsweise Skifahren die Beinmuskulatur und verbessert das Gleichgewichtsgefühl, was es zu einer effektiven Präventionsmaßnahme für ältere Menschen macht, um die Fitness zu erhalten und Stürzen vorzubeugen (Pichler et al. 2023).

Skilanglauf ist eine weitere Wintersportart, die zahlreiche gesundheitliche Vorteile bietet. Sowohl in der klassischen als auch in der Skating-Technik kräftigt Skilanglauf sowohl den Ober- als auch den Unterkörper und bietet ein Herz-Kreislauf-Training (Nagle 2015). Dabei werden sogar mehr Kalorien verbrannt als beim alpinen Skifahren, während das Risiko für Verletzungen gering ist (Pichler et al. 2023, S. 19). Studien zeigen, dass Ski-Langläufer:innen seltener übergewichtig sind, ein besseres Gesundheitsverhalten aufweisen und ein deutlich geringeres Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen haben (Stöggl et al. 2016).

Skitourengehen ist ein aktueller Trend im alpinen Wintersport (Pichler et al. 2023). Diese hochintensive Sportart eignet sich besonders zur Verbesserung der kardiorespiratorischen Fitness (Tosi et al. 2009). Studien belegen, dass Skitourengehende deutlich seltener von Herz-Kreislauf-Erkrankungen betroffen sind als die Allgemeinbevölkerung (Faulhaber et al. 2007). Skitourengehen trainiert nicht nur Ausdauer und Kraft, sondern kann auch zur Erholung und Regeneration genutzt werden (Hjuler und Bay 2016).

Schneeschuhwandern ist ein gelenkschonendes Ganzkörpertraining, das sich für alle Fitnesslevels und jedes Alter eignet. Die Einstiegshürde ist sehr gering und im Vergleich zu normalem Gehen verbrennen Schneeschuhwander:innen etwa doppelt so viele Kalorien pro Stunde (Browning et al. 2007). Darüber hinaus werden beim Schneeschuhwandern mehr Muskelgruppen angesprochen als beim normalen Gehen (Pichler et al. 2023).

Insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel und den seltener werdenden optimalen Bedingungen für viele Wintersportarten bietet das Winterwandern eine Alternative, die bei nahezu allen Wetterbedingungen möglich ist. Neben den physischen Effekten von Winterwandern wie z.B. den positiven Effekten auf Blutdruck und Herzfrequenz, Gewichtsabnahme und den Cholesterin- und Zuckerstoffwechsel (Pichler et al. 2023) zeigt eine Studie von Gupta et al. (2013), dass Winterwandern durch die Bewegung an der frischen Luft und ggf. in der Sonne die Stimmung heben kann, das Glückshormon Serotonin freisetzt, der körperlichen Stressreaktionen entgegenwirkt und positiv gegen den sogenannten „Winterblues“ wirkt. Winterwandern ist besonders geeignet für Übergewichtige und Menschen, die an Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen oder erhöhtem Blutzucker leiden. Darüber hinaus kann Winterwandern bei mäßig kalten Temperaturen

Entzündungswerte der Atemwege reduzieren und allergische Symptome nachhaltig verbessern (Prosegger et al. 2019).

Kahn et al. (1996) und Burtscher et al. (2018) betonen, dass Wintersportarten vor allem dann positive Effekte auf ältere Menschen haben, wenn sie regelmäßig betrieben werden. Beispielsweise wird alpines Skifahren während eines Skiurlaubs für wenige Tage auf sehr intensive Weise ausgeübt, während diese intensive Belastung das restliche Jahr bei vielen Menschen fehlt. Während junge, gesunde Menschen Anstrengung durch Wintersport problemlos mehrere Tage hintereinander bewältigen können, stellt diese Anstrengung für untrainierte Menschen mittleren Alters eine bedeutende kardiovaskuläre Belastung dar. Ohne regelmäßige körperliche Betätigung nehmen die positiven Effekte nach der Belastungsphase (wie beispielsweise in einem Urlaub) bei allen Praktizierenden allmählich ab (Niebauer und Burtscher 2021). Wird alpines Skifahren dagegen regelmäßig praktiziert, und werden somit die empfohlenen 150 Minuten moderates bis intensives körperliches Training pro Woche erreicht, ist Skifahren eine besonders positiv hervorzuhebende Maßnahme für die Verbesserung oder Erhaltung der kardiorespiratorischen Fitness und kann eine wichtige Rolle bei der Vorbeugung und Behandlung chronischer Erkrankungen spielen (Thornton und Comberti 2017; Niebauer und Burtscher 2021).

Obwohl es bisher nur wenige Studien zu psychischen Gesundheitseffekten von Wintersport gibt, deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass Wintersport, analog zu anderen Sportarten, auch zur Erhaltung und Verbesserung der psychischen Gesundheit bei Erwachsenen beiträgt. Positive Effekte wurden z.B. in Bereichen wie Stimmung, Selbstbild, Depressionsniveau und Lebenszufriedenheit beobachtet. Alpines Skifahren hat jedoch gegenüber anderen Sportarten noch weitere positive Effekte, die es zu berücksichtigen gilt: Eine Studie, die die Effekte einer 12-wöchigen Alpinski-Intervention auf psychologische Konzepte wie Wohlbefinden, Lebenszufriedenheit, Selbstkonzept, Gesundheitszustand, Depression und Selbstwirksamkeit von Menschen über 60 Jahren gemessen hat, kam zu dem Ergebnis, dass Skifahren in der Gruppe positive Effekte auf den Bereich „Kraft“ des körperlichen Selbstbilds hat, sowie positive Effekte auf den Bereich „Freunde und Verwandte“ im Zusammenhang mit Lebenszufriedenheit (Finkenzeller et al. 2011). Ein Skiurlaub wird sehr häufig mit der Familie, mit einer Freundesgruppe, mit einem Wintersportverein oder in einer organisierten Reisegruppe verbracht. Downward und Rasciute (2011) zeigen, dass Sportarten, die in einem sozialen Miteinander ausgeübt werden, ein höheres Wohlbefinden bei den Sportler:innen erzeugen. Auch Mirehie und Gibson (2020) kommen auf ein ähnliches Ergebnis und stellen die These auf, dass Wintersporturlaub daher einen stärkeren positiven Einfluss auf das Wohlbefinden der Urlauber hat als andere Reisearten. Allerdings benötigt dieser Aspekt

noch weitere Forschung, um feststellen zu können, ob dieser positive Einfluss langanhaltend oder vorübergehend ist.

3.2.7 Gesundheitliche Effekte von Winter(sport)-Tourismus

Eine Forschungslücke besteht weiterhin hinsichtlich der Effekten von Winter(sport)tourismus, da in den klinischen Studien das „Urlaubssetting“ häufig nicht explizit betrachtet wird, zwischen den Studien auch nicht vergleichbar ist sowie nicht zwischen Urlauber:innen und regelmäßigen Wintersportler:innen unterschieden wird. Weiterhin sind Studien über die Effekte von Winter(sport)urlaubs nicht immer trennscharf hinsichtlich des Ausübens oder nicht-Ausübens von Wintersport. Daher gilt für den Wintersporttourismus ähnliches wie für die Effekte von Tourismus allgemein: es gibt Belege für positive Effekte eines Wintersporturlaubs, allerdings fehlen Belege für die Langfristigkeit sowie für die Effekte des Ausübens von Wintersport, wenn sich die körperliche Betätigung lediglich auf den Urlaub beschränkt (Interview mit Dr. Elisabeth Happ 2023).

Es ist bekannt, dass regelmäßige körperliche Aktivität das allgemeine Wohlbefinden fördert, doch eine Untersuchung der Auswirkungen von körperlicher Aktivität im Urlaub fehlt in der Literatur bislang (Schlemmer et al. 2019). Die Gesundheitspotentiale von alpinem Wintertourismus sind daher bisher kaum erforscht (Pichler et al. 2023). Ein aufstrebendes Teilforschungsfeld ist allerdings die Ergründung der Effekte von Schnee auf den Menschen. Schnee spielt eine wichtige Rolle dabei, das „echte“ Bergwelt-Erlebnis zu erleben und schafft dabei ein Gefühl des „Eintauchens“ in die Bergwelt sowie ein Gefühl des „Losgelöstseins“ vom Alltag. Eine Studie von Frochot et al. (2017) zeigt, dass dieses „Eintauchen“ stark mit dem Gefühl der „Loslösung“ verbunden ist und von der Vertrautheit mit der Skigebietsumgebung beeinflusst wird. Das Gefühl des Eintauchens kann durch besonders intensive Erlebnisse entstehen, in denen ein Zustand völliger und intensiver Vertiefung in die Bergwelt beschrieben wird. Auch einfache Momente lassen dieses Gefühl entstehen, z. B. beim Trinken einer heißen Schokolade auf der Terrasse einer Berghütte, beim Gehen im Schnee oder bei einem Gefühl angenehmer Müdigkeit am Ende eines erfüllenden Wintersporturlaubstages. Die beiden untersuchten Wintersportarten Ski-Alpin und Schneeschuhwandern können einen Zustand auslösen, der als „Flow“ beschrieben wird. Das Konzept des Flow-Zustands kommt aus der Psychologie und geht auf Csikszentmihalyi (1991) zurück. Der Flow-Zustand ist ein mentaler Zustand, der sich einstellt, wenn ein Individuum in einer Aktivität völlig aufgeht und die Tätigkeit mit maximaler Konzentration, Engagement und Freude ausübt. Ein Flow-Zustand kann dann entstehen, wenn die Anforderungen der ausgeübten Aktivität hoch sind, aber dennoch dem Fähigkeitsniveau der Person entsprechen, ohne die Person zu über- oder unterfordern. Insbesondere das Skifahren in frischem Pulverschnee kann das Gefühl des Flows erzeugen, sofern es den Fähigkeiten des Skifahrers entspricht. Beispielsweise hat ein Skifahrer in der Studie

von Frochot et al. (2017) den Flow durch Skifahren so beschrieben: "Beim Skifahren habe ich alles vergessen, alles andere war egal, ich habe die Freiheit erlebt, das Gleiten, es war ein sehr angenehmes Gefühl, ich habe es einfach geliebt.". Es konnte von Frochot et al. (2017) ebenfalls gezeigt werden, dass sogar Schneeschuhwandern einen Flow-Zustand bewirken kann: Die untersuchte Gruppe Schneeschuhwanderer hatte ungefähr dasselbe Fähigkeitsniveau. Obwohl die Anforderungen beim Schneeschuhwandern viel niedriger sind als beim Skifahren, konnte die Tatsache, dass sich die Gruppe in einem Pulverschneefeld abseits vom Skigebiet befand und eigene Spuren im tiefen, unberührten und „echtem“ Schnee hinterließen, bei den Teilnehmern starke Gefühle bis hin zum Flow-Zustand auslösen.

3.3 Negative Gesundheitseffekte

Während über die positive Effekte von Wintersport nur vereinzelte Studien zu finden sind, sind Unfälle, Verletzungen und Todesfälle im Wintersport (vor allem alpines Skifahren) recht gut erforscht und dokumentiert (Burtscher et al. 2018). Beispielsweise führen in Österreich das österreichische Kuratorium für alpine Sicherheit oder in Deutschland der Deutsche Alpenverein (für seine Mitglieder) Unfallstatistiken über Verletzungen und Todesfälle im alpinen Bergsport.

Skifahren und Snowboarden gehören zu den beliebtesten Wintersportarten weltweit (Strapazzon et al. 2021). Daher ist es nicht verwunderlich, dass in einer Statistik des Österreichischen Kuratorium für Alpine Sicherheit (2023) über Alpinunfälle in Österreich die Verletzungen auf der Piste am häufigsten auftreten. Bei Skifahrer:innen ist die gefährdetste Körperregion das Kniegelenk, wobei bei mit zunehmender Fahrkompetenz und damit höheren Geschwindigkeiten Schulter, Oberarm und Kopf stärker gefährdet sind. Es konnte gezeigt werden, dass Skifahren im Vergleich zu anderen Sportarten trotzdem keine Risikosportart darstellt, wenn man die Anzahl an Menschen betrachtet, die diese Sportart ausüben (Schulz 2023). Weiterhin sind Verletzungen auf der Piste verhältnismäßig selten so schwer, dass sie zum Tode führen. Betrachtet man die Anzahl an Menschen, die bei einer Wintersportdisziplin sterben, ist das Skitourengehen die risikoreichste Wintersportdisziplin (Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit 2023). Das Österreichische Kuratorium für Alpine Sicherheit (2023) erhebt außerdem Zahlen über Verletzte und zu Tode gekommener Wintersportler:innen in den Kategorien Liftunfälle, Variantenfahrten, Rodeln, Langlaufen und Eisklettern. Insgesamt wurden in Österreich im Winter 2021/22 5.098 Alpinunfälle mit Verletzungen und 60 Todesfälle gemeldet. Ca. 75% der Unfälle ereigneten sich dabei bei Pistenabfahrten. Die Pistenqualität sowie die Qualität des Materials und das Tragen eines Helmes spielen außerdem eine große Rolle in der Sicherheit des Skifahrens (Düwell 2015).

Die Unfallstatistiken des Deutschen Alpenvereins (2022) zeigen ebenfalls, dass sich die meisten Unfälle bei Pistenabfahrten ereignen. Die meisten Unfälle werden auch hier durch Stürze verursacht, nur ein geringer Teil davon sind auf Kollisionen mit anderen Skifahrern zurückzuführen. In der Skisaison 2022/2023 gab es einen merklichen Anstieg der verletzten deutschen Skifahrer:innen im Vergleich zur Vorsaison 2021/2022. Dennoch ist das Verletzungsrisiko seit der Saison 1979/1980 insgesamt deutlich gesenkt worden (Schulz 2023).

3.4 Zwischenfazit

Unterschiedliche Wintersportarten haben ein unterschiedliches Risiko für Verletzungen und Unfälle. Während beispielsweise Skilanglaufen, Winterwandern oder Schneeschuhwandern sehr risikoarme Wintersportarten sind, begeben sich Skitourengeher:innen in ungesichertes Gelände und setzen sich Naturgefahren aus. Skifahrer:innen oder Snowboarder:innen haben auf Pisten ebenfalls ein erhöhtes Risiko für Unfälle oder Verletzungen, die sich meist aus Stürzen ergeben. Dennoch sind alle Sportarten, gemessen an der Zahl derer die sie ausüben, relativ ungefährliche Sportarten. Wintersportler:innen können durch ihr eigenes Verhalten, ihre Vorbereitung und die Auswahl ihrer Ausrüstung (z.B. ob sie Sicherheitsequipment beim Skitourengehen oder Variantenfahren mitnehmen) maßgeblich zu ihrer Sicherheit beitragen (Witting et al. 2021). Ebenfalls ist aber auch der Pistenbetreiber in der Pflicht, für sichere Pisten zu sorgen.

Neben diesen Risiken birgt der Wintersport aber auch viele positive Effekte für Sportler:innen. Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, dass Wintersport zahlreiche positive Effekte auf den Körper sowie die Psyche hat. Grundsätzlich können diese positiven physischen und psychischen Effekte jedoch auch anderweitig in Form von körperlicher Betätigung, Bewegung in der Natur und in den Bergen erzielt werden.

Insbesondere psychische Erkrankungen sind ein weltweit stark verbreitetes Krankheitsbild, auf das allerdings im Vergleich zu anderen Krankheiten häufig Therapien fehlen oder den Betroffenen unzugänglich sind. 2019 wurde von Bratman et al. geschätzt, dass der Anteil psychischer Erkrankungen an der gesamten globalen Krankheitslast (in mit Beeinträchtigung gelebten Jahren) in etwa so groß ist, wie mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Covid-19-Pandemie hat diese Entwicklung stark angefacht: in den Jahren 2020 und 2021 ist der Anteil der Bevölkerung, der unter einer schlechten psychischen Gesundheit leidet, stark gestiegen, von ca. 13% auf 40-50% der Bevölkerung. Ursächlich dafür sind der Verlust der Lebensgrundlage, gesundheitliche Sorgen und die soziale Abschottung durch den Lockdown (Buckley 2023). Buckley (2023) forscht zu den positiven Effekten von Tourismus auf die Gesundheit und folgert aus seinen Analysen, dass Natur-, Öko- und Abenteuer-tourismus einen medizinischen Nutzen für Outdoor-Tourist:innen hat. Dabei

geht es nicht nur um unmittelbare emotionale Effekte, wie sie in früheren Untersuchungen festgestellt wurden, sondern auch um längerfristige Gewinne an Klarheit und Zielstrebigkeit, die bisher noch nicht ermittelt wurden. Solche Gewinne können die Produktivität am Arbeitsplatz verbessern und Depressionen verringern, was von nicht zu unterschätzender wirtschaftlicher Bedeutung ist. Outdoor-Tourismus kann nicht als ein persönlicher Genuss betrachtet werden, sondern als eine Investition in die individuelle Gesundheit.

Bisher betrachtet das westliche Gesundheitswesen und die Gesundheitsforschung den Tourismus nicht als Mainstream-Therapie im Bereich der psychischen Gesundheit. Dies könnte sich laut Buckley (2023) allerdings im Zuge der Nachwirkungen der Covid-19-Pandemie verändern. Der Autor schlägt daher vor, dass die Tourismusbranche diese Chance nutzen und Tourismusanbieter ihre Erfahrungen und Fähigkeiten in der Organisation von touristischen Angeboten einbringen und in ein neues Geschäftsmodell transferieren sollten, in dem sie als zertifizierte Anbieter von verschreibungspflichtigen Outdoor-Therapien in der allgemeinen Gesundheitsversorgung aktiv werden. Aus gesundheitspolitischer Sicht würden Tourismusunternehmen als Anbieter für verschreibungspflichtige Therapien auftreten. Aus der Perspektive der Tourismusforschung zeigt es den Bedarf an Forschung zu psychischen Gesundheitseffekten, die über das emotionale Erleben hinaus gehen (Buckley 2023). Die Forschung ist allerdings noch nicht so weit zu zeigen, wie langfristig diese Effekte sind (Kahn et al. 1996; Burtscher et al. 2018; Niebauer und Burtscher 2021; Thornton und Comberti 2017). Pichler et al. (2022) weisen darauf hin, dass eine gründlichere Analyse der verschiedenen Naturräume und natürlichen Ressourcen und ihrer möglichen Integration in bestehende öffentliche Gesundheitssysteme erforderlich ist.

In diesem Kapitel konnten zahlreiche positive Effekte auf die physische Gesundheit durch körperliche Betätigung allgemein, Naturaufenthalte, (Aktiv- und Outdoor-) Tourismus, Bergsport, Wintersport und Wintersporttourismus dargelegt werden. Es bleibt offen, inwieweit diese Effekte von Dauer sind, wenn die körperliche Aktivität und der Aufenthalt in der Natur nur auf die Urlaubszeit beschränkt bleiben. Ebenso stellt sich die Frage, wie ein Natur- oder Aktivurlaub das Alltagsverhalten positiv beeinflussen können, um die Effekte langfristig nutzbar zu machen (Nawijn 2011; Chen und Petrick 2013; Chen et al. 2013; Schlemmer et al. 2019).

Angesichts der Tatsache, dass es für die jüngere Generation zunehmend schwieriger wird, Zugang zu Wintersport und Naturerlebnissen zu finden, stellt sich die Frage, wie dieser Zugang für sie offen gehalten werden kann (Miller 2005).

Ein Schwerpunkt zukünftiger Forschung könnte darin liegen, herauszuarbeiten, welche genauen Aspekte (z.B. die Aktivität selbst und die sozialen Komponenten) für die positiven Effekte von

Outdoor-, Abenteuer- oder Wintersporttourismus maßgeblich sind, um Produkte zielgerichteter entwickeln zu können. Im Abenteuerismus könnte man daran arbeiten, ob eher das Erlernen neuer Fähigkeiten oder die körperliche Bewegung selbst maßgeblich für die positiven Effekte ist (Buckley 2023). Weitere qualitative Forschung könnte ein besseres Verständnis der geschlechtsspezifischen Erfahrungen und Ergebnisse in Bezug auf das Wohlbefinden von Männern und Frauen ermöglichen (Mirehie und Gibson 2020).

4 Arbeitspaket 2: Klimawandeleinflüsse auf den Wintersporttourismus

4.1 Methodik

In diesem Arbeitspaket stehen die klimatischen Einflüsse auf den Wintersporttourismus (WST) im Zentrum des Interesses. Durch eine Literaturanalyse wird eine Zusammenstellung globaler sowie regionaler tourismusrelevanter Klimadaten erstellt, die insbesondere für den WST in Bayern von Bedeutung sind. In einem ersten Schritt werden die tourismusrelevanten Klimadaten auf globaler Ebene, im Alpenraum und auf Bayernebene zusammengestellt. Im Anschluss werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die technische Beschneigung im WST thematisiert und anschließend die Auswirkungen des Klimawandels auf den WST in Bayern zusammengefasst. Ziel dieses Arbeitspakets ist herauszuarbeiten, wie auf Basis des heutigen Kenntnisstands der Klimawandel sowohl gegenwärtig als auch in Zukunft den WST in Bayern beeinflusst.

4.2 Zusammenstellung von tourismusrelevanten Klimadaten

Der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sammelt in seinen Sachstandsberichten den aktuellen Wissensstand zum Klimawandel und stellt fest, dass es laut internationaler Forschung nahezu sicher ist, dass die Schneemenge sowie die Dauer der Schneebedeckung, Gebirgsgletscher und Permafrostböden weltweit und noch im 21. Jahrhundert zurückgehen werden (IPCC 2021). Gobiet et al. (2014) berechnen, dass die mittlere Schneefallgrenze pro zusätzliches Grad Celsius Temperaturerwärmung um etwa 150 Meter ansteigt. Regionale Klimamodellprojektionen, die für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts einen Anstieg der Wintertemperaturen um 2 bis 4 °C vorhersagen, deuten daher auf eine Verschiebung der Schneefallgrenze um 300 bis 600 Meter nach oben (Gobiet et al. 2014). Die steigenden Temperaturen begünstigen eine Degradation von Permafrostböden, was das Risiko von Stabilitätsverlusten von Seilbahninfrastruktur oder Hütten in alpinen Gebieten verstärkt (Bednar-Friedl et al. 2023). Forschende sind sich darüber hinaus einig, dass der durch die globale Erwärmung bedingte frühere Beginn der Schneeschmelze im Frühjahr und die verstärkte Gletscherschmelze bereits zu jahreszeitlichen Veränderungen des

Wasserhaushalts in hoch- und niedriggelegenen Gebirgseinzugsgebieten geführt haben (IPCC 2021).

Obwohl die Fortsetzung des globalen Trends einer sich erwärmenden Atmosphäre von Forschenden als nahezu sicher erachtet wird, ist es sehr wahrscheinlich, dass diese Veränderungen durch den Klimawandel geographisch und temporär inhomogen in Erscheinung treten. Es bleibt damit unsicher, welche geographischen Regionen besonders betroffen sind und wie sich die Klimawandeleinflüsse zeitlich im Jahresverlauf auswirken (IPCC 2021). Die Verschlechterung der natürlichen Schneeeverhältnisse in einzelnen Skigebieten ist demnach stark vom Mikrostandort und der Höhenlage des jeweiligen Skigebiets abhängig (François et al. 2023; Gobiet et al. 2014). So hält der APCC (2014) fest, dass der europäische Alpenraum in deutlich höherem Maße vom Klimawandel betroffen ist als dies anhand von Durchschnittswerten für den globalen Kontext abzuleiten wäre. In den Ostalpen stieg die Temperatur in den letzten 100 Jahren um fast 2 °C, während der globale Anstieg nur etwa 0,8 °C betrug. Die Prognosen für die kommenden 50 Jahre weisen weiterhin auf eine deutlich stärkere Erwärmung in den Alpen hin: die erwartete Zunahme beträgt weitere 1,4 °C bis 2050 und 3°C bis 5 °C bis zum Ende des Jahrhunderts (APCC 2014). Insbesondere Skigebiete in den nördlichen und östlichen Voralpen reagieren empfindlicher auf klimatische Veränderungen als die Skigebiete in den inneralpinen Regionen, was die Skigebiete Bayerns aufgrund ihrer Lage in den nördlichen (Vorder-)Alpen und ihrer begrenzten Höhenlage zu ganz besonders vulnerablen Skigebieten macht (Bausch 2019; Steiger und Abegg 2018).

Tabelle 1 zeigt, wie die durchschnittliche Anzahl der Schneetage (Tage, an denen die Schneehöhe größer oder gleich 10 cm beträgt) zwischen 1990 und 2019 in den Reisegebieten der bayerischen Alpen und im Bayerischen Wald im Vergleich zur Referenzperiode (1961-1990) abgenommen hat. Eine Ausnahme bildet der Bayerische Wald, wo die Anzahl der Schneetage sogar leicht zugenommen hat (Umweltbundesamt 2023). Dies verdeutlicht, dass sich der Klimawandel, selbst innerhalb Bayerns, räumlich unterschiedlich auswirkt.

Tabelle 1: Anzahl an Schneetagen* in den bayerischen Alpen und im Bayerischen Wald

Reisegebiet	Anzahl der Schneetage*/Jahr (Mittelwerte)	
	Referenzperiode 1961 - 1990	Gegenwart 1990 - 2019
Allgäu	61,1	41,2
Zugspitz-Region	77,2	68,1
Tölzer Land	53,9	47,7
Alpenregion Tegernsee-Schliersee	67,8	52,1
Chiemsee-Alpenland	43,0	26,0
Chiemgau	67,8	47,9
Berchtesgadener Land	92,5	71,9
Bayerischer Wald	29,5	29,7

Quelle: Umweltbundesamt 2023

*Schneetage = (Schneehöhe \geq 10 cm)

In Bayern ist der klimawandelbedingte Temperaturanstieg im Wintersporttourismus bereits deutlich spürbar. Die höher gelegenen Skigebiete sind zwar bisher noch weniger stark betroffen, dagegen ist schon heute der Rückgang der Schneesicherheit gerade in den tiefer liegenden Voralpen- und Mittelgebirgsregionen zu verzeichnen (Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection 2021a). In Zukunft wird ein weiterer deutlicher Rückgang der Schneesicherheit erwartet: Durch steigende Temperaturen fällt der Niederschlag zunehmend als Regen statt als Schnee. Dadurch verschiebt sich die Schneefallgrenze immer weiter in höhere Lagen, was den wintersportorientierten Tourismus in Bayern zunehmend erschwert (Umweltbundesamt 2021). Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse verschiedener Klimamodelle über die Veränderung der kumulierten Schneefallmenge eines Winters in der mittleren Zukunft (2041-2060) im Vergleich zur Referenzperiode (1986-2000) in drei ausgewählten bayerischen Landkreisen, in denen Wintersporttourismus eine große Rolle spielt (Oberallgäu, Garmisch-Partenkirchen, Berchtesgadener Land). Die Daten basieren auf mehreren globalen und regionalen Klimamodellen auf deren Grundlage der Copernicus Climate Change Service (2020) eine Reihe von tourismusrelevanten Indikatoren zur Beurteilung von zukünftigen Schneeverhältnissen auf europäischer NUTS-3-Ebene bereitstellt. Es zeigt sich, dass die Klimamodelle für die höheren Gebirgslagen (oberhalb von 1.600m) teilweise sogar einen Anstieg der Schneefallmenge schätzen. Unterhalb der 1.600m Grenze nimmt die berechnete Schneefallmenge allerdings deutlich ab.

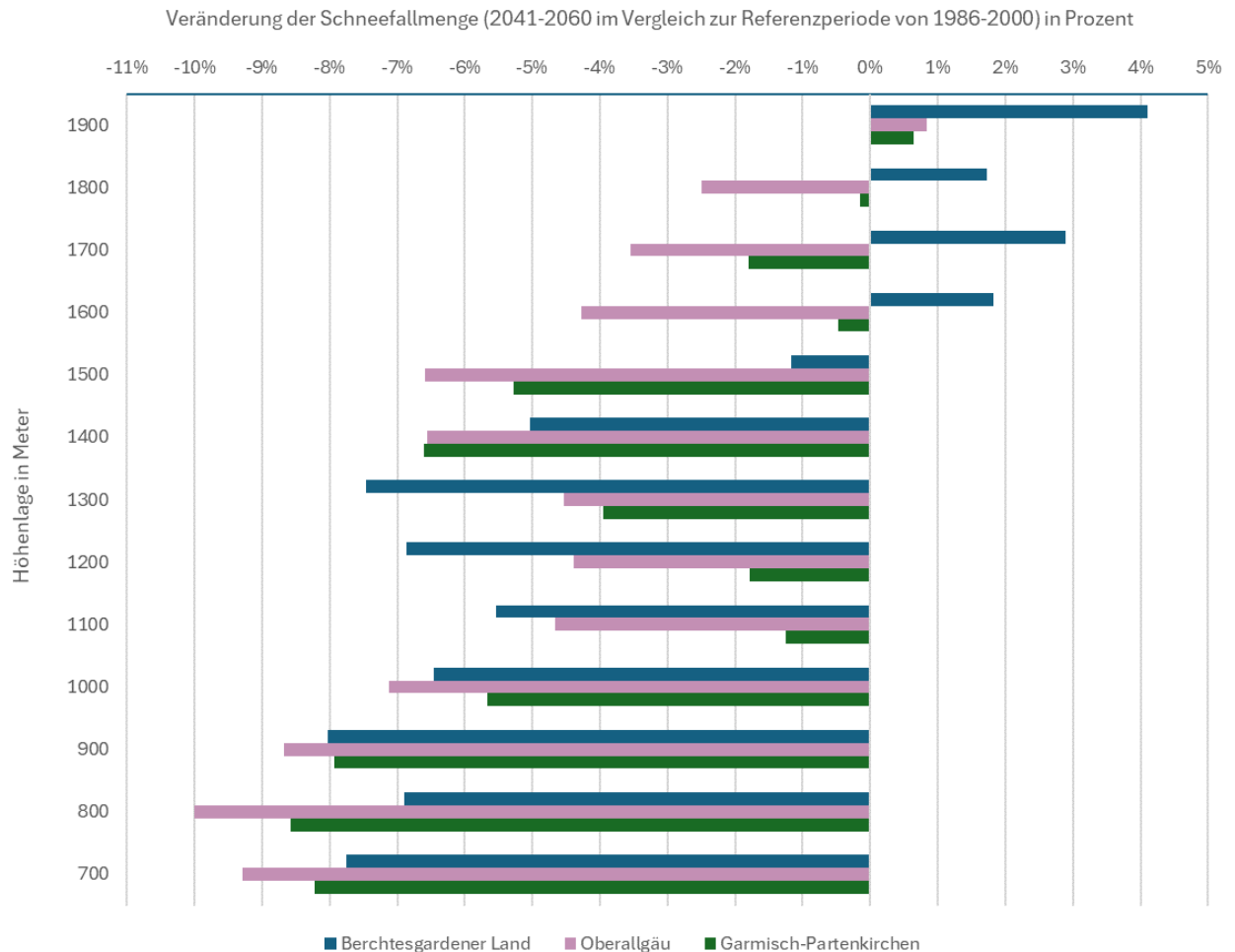


Abbildung 4: Veränderung der Schneefallmenge (2041-2060) im Vergleich zur Referenzperiode (1986-2000)
 Quelle: eigene Berechnungen nach Copernicus Climate Change Service - Mountain Tourism Meteorological and Snow Indicators (2024)

In den relativ niedrig gelegenen deutschen Alpen wird die Anzahl der Eistage, also der Tage pro Jahr mit einem Temperaturmaximum kleiner als 0 °C, im Median um 15 Tage in den nächsten 30 Jahren weiter abnehmen (Abbildung 5) (Bayerisches Klimainformationssystem 2024; Deutscher Wetterdienst 2013). Daten des Bayerisches Klimainformationssystems (2024) zeigen, dass die Frostdauer, also zusammenhängende Zeiträume, an denen die maximale Temperatur unter 0°C bleibt, im deutschen Alpenraum immer seltener werden: Ohne ambitionierten Klimaschutz wird gegen Ende des Jahrhunderts die maximale Frostdauer im Mittel 39 Tage (bis zu einem Maximum von 48 Tagen) kürzer sein als in der Referenzperiode (1971-2000). Ambitionierte Klimaschutz-

maßnahmen könnten diese Entwicklung auf einen mittleren Rückgang der Frostdauer von 15 Tage (maximal 21 Tage) beschränken.

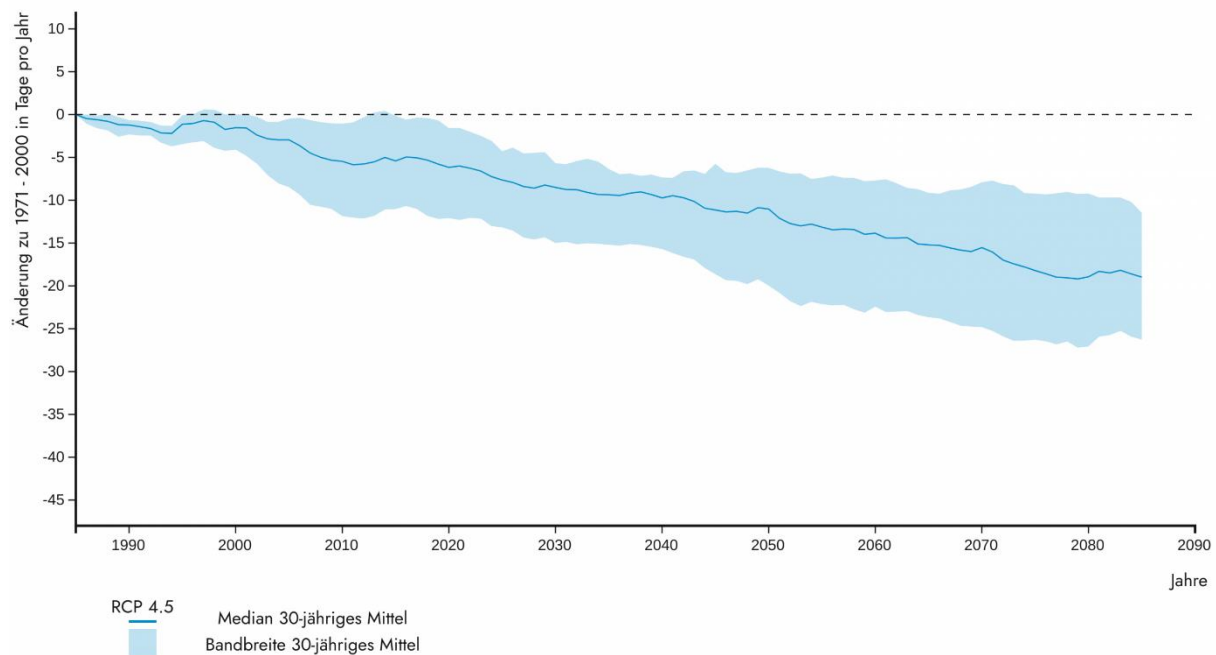


Abbildung 5: Änderung der Anzahl der Eistage in den bayerischen Alpen 1990-2090 zur Referenzperiode (1971-2000)

Quelle: Bayerisches Klimainformationssystem Landesamt für Umwelt 2024

4.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die technische Beschneigung

Angesichts des Rückgangs der Schneesicherheit, besonders in den niedrig gelegenen Skigebieten, rückt die technische Beschneigung zunehmend in den Mittelpunkt der Betrachtung. Wintersportaktivitäten in niedrigeren Lagen sind in großen Teilen bereits heute abhängig von Beschneigungsmaßnahmen oder werden solche Maßnahmen in Zukunft in Betracht ziehen müssen (Adler et al. 2022). François et al. (2023) zeigen in einer Studie, dass bei einer globalen Erwärmung von 2°C ohne Beschneigung 53% der 2.234 untersuchten Skigebiete in Europa ein sehr hohes Risiko für akuten Schneemangel haben. Überschreitet die globale Klimaerwärmung die Schwelle von 4°C, wären es sogar 98% der untersuchten europäischen Skigebiete. Das würde für die Skigebiete bedeuten, dass ein extrem schneearmer Winter in Zukunft jedes zweite Jahr auftreten könnte, anstatt wie in der Referenzperiode von 1961 bis 1990 nur etwa jedes fünfte Jahr. Eine Metastudie von Bednar-Friedl et al. (2023) fasst Studien zu diesem Thema zusammen und kommt ebenfalls zu einem ähnlichen Schluss: bei einem globalen Temperaturanstieg von 2°C wird der Skibetrieb von Gebieten in niedrigen Lagen ohne Beschneigung wahrscheinlich nicht mehr möglich. Bei einem globalen Temperaturanstieg von 3°C ist die Beschneigung für die meisten Skigebiete in Europa notwendig und teilweise schon nicht mehr ausreichend. Eine Studie von Steiger (2013) legt

Zahlen für Bayern vor, die das Gesamtbild stützen: durch die globale Klimaerwärmung sind die Skigebiete Bayerns mit jedem zusätzlichen Grad Celsius weniger als naturschneesicher einzustufen. Eine ausreichende Beschneigung vorausgesetzt, wären laut Prognosen für die Jahre 2030 bis 2040 zu einem Referenzzeitraum (1971-2000) und einer Erwärmung von 1°C, zwar noch 74% der Skigebiete in Bayern schneesicher, eine weitere Erwärmung würde die Anzahl der technisch schneesicheren Gebiete aber weiter reduzieren.

Bereits heute hat sich die technische Beschneigung mitsamt der dazugehörigen Infrastruktur von einer ursprünglich punktuell eingesetzten Zusatzmaßnahme, die zwischenjährliche Klimaschwankungen ausgleichen oder die Betriebszeiten verlängern sollte (Steiger et al. 2019), zu einem vielerorts durchgängig eingesetzten Standardeinsatz in Skigebieten entwickelt (Berard-Chenu et al. 2023).

Der Klimawandel beeinflusst jedoch auch die Beschneigung selbst: Durch den fortschreitenden Temperaturanstieg nimmt der Bedarf an technischer Beschneigung in den europäischen Alpen stark zu, vor allem in den niedrigeren Lagen bis ca. 1500m (Spandre et al. 2019). Tabelle 2 zeigt die erforderliche Menge an technisch produziertem Schnee, um die Skisaison angesichts steigender Temperaturen durch den Klimawandel im Vergleich zum Referenzjahr 2013 in Bayern abzusichern. Bei einem Temperaturanstieg von beispielsweise +1°C, was etwa in den Jahren 2030-2040 erreicht sein dürfte, muss in Bayern beispielsweise 28% mehr Schnee produziert werden als im Jahr 2013, um die Saison abzusichern (Steiger 2013).

Tabelle 2: Anstieg der zu produzierenden Schneemenge pro Grad Temperaturanstieg zur Sicherung der Skisaison in Bayern im Vergleich zum Referenzjahr 2013

Temperaturanstieg Klimawandel	Anstieg der zu produzierenden Schneemenge im Vergleich zum Referenzjahr 2013
+1°C	28%
+2°C	74%
+3°C	131%
+4°C	168%

Quelle: nach Steiger (2013)

Zudem verkürzt der klimawandelbedingte Temperaturanstieg die Zeitfenster, in denen geeignete Bedingungen (notwendige Temperatur und Feuchtkugeltemperatur) für eine effiziente technische Beschneigung vorherrschen (Hartl et al. 2018; Olefs et al. 2010; Spandre et al. 2015). Neben der Temperatur und der Feuchtkugeltemperatur beeinflussen auch mikroklimatische Faktoren die Schneeproduktion: Pröbstl et al. (2019) stellen dar, dass auch die lokale Geomorphologie, die Hanglage und das Auftreten von Föhneffekten die Effizienz der technischen Beschneigung beeinflussen können. Um die technische Beschneigung auch bei abnehmenden geeigneten Möglichkeiten weiterhin zu ermöglichen, ist ein Ausbau der Infrastruktur nötig (Steiger und Scott 2020). Die

Ausweitung der Infrastruktur für die technische Beschneigung ist allerdings kapitalintensiv und wird den Wasser- und Energieverbrauch erheblich steigern, insbesondere bei einem Temperaturanstieg von 3°C und darüber hinaus (Spandre et al. 2019; Morin et al. 2021). In Bayern legen Berechnungen von Steiger (2013) nahe, dass sowohl der Wasserverbrauch, als auch der Energieverbrauch bei einer Temperaturerwärmung von +2°C verglichen mit dem Zeitpunkt zur Modellrechnung um 72% steigen könnten. Dies könnte sich negativ auf die finanzielle Stabilität kleinerer Skigebiete sowie die Lifficketpreise auswirken (Steiger und Scott 2020).

4.4 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wintersporttourismus in Bayern

Während über den globalen Trend zur Erwärmung der Atmosphäre durch den Klimawandel wissenschaftliche Einigkeit herrscht, bleibt unklar, wie sich diese Veränderungen geographisch und zeitlich konkret auswirken, was auch die konkreten erwartbaren Schneeverhältnisse in einzelnen Skigebieten betrifft (IPCC 2021). Eher niedrig gelegene Bergregionen spüren jedoch vielerorts bereits heute den Temperaturanstieg, eine verringerte Schneefallmenge sowie eine verringerte Anzahl an Tagen mit einer durchgängigen Schneedecke. Für tiefer gelegene Skigebiete ist es daher eine zentrale Frage, wie häufig, wie lange und wie stark Schneemangel künftig auftritt (François et al. 2023). Berghammer, A. Schmude, J. (2014) zeigen, dass Skigebiete durch den Klimawandel auch eine zeitliche Verschiebung der Saison erleben („Christmas-Easter-Shift“): während der Fokus der Wintersportsaison früher rund um die Weihnachtsfeiertage lag, verschieben sich die „optimalen Skitage“ während des Projektionszeitraums von 2011 – 2060 Richtung Ostern. Für höher gelegene Bergregionen gilt es als wahrscheinlich, dass ein Anstieg der Niederschlagsmengen zu verzeichnen sein wird. Was im ersten Moment als positiv für den Wintersporttourismus klingen mag, birgt aber auch hohe Risiken mit möglichen kaskadenartigen Folgen von Überschwemmungen, Erdbeben und Ausbrüchen von gestauten Wassermengen oder extremen Schneefällen (IPCC 2021). Für den Wintersporttourismus und die Freizeitgestaltung in den Bergen haben die prognostizierten Veränderungen der Saisonalität sowie der (Schnee)Niederschlagsmenge daher voraussichtlich mehrheitlich negative Auswirkungen (Adler et al. 2022). Der Wintersporttourismus gilt zusammenfassend insgesamt als das vom Klimawandel am stärksten betroffene touristische Marktsegment (Steiger et al. 2019; Abegg et al. 2017).

Während für die kleineren und niedrig gelegenen Skigebiete der Druck zur Anpassung durch Schneemangel deutlich zunimmt, haben die größeren und schneesichereren Skigebiete Bayerns in Zukunft zumindest hinsichtlich Schneeverfügbarkeit und Beschneigungskapazitäten einen Wettbewerbsvorteil. Allerdings führt dies zu einer Verschiebung der Nachfrage und eine Konzentration auf ein quantitativ kleineres Angebot. Die Folge ist ein hoher Besucherandrang in den

(wenigen) schneesicheren und höher gelegenen Skigebieten Bayerns sowie eine Abwanderung in die schneesicheren Skigebiete beispielsweise in Österreich. Die höheren Temperaturen führen zu einem höheren Bedarf und einem höheren Wasser- und Energieverbrauch bei der technischen Schneeerzeugung. Zusätzlich nötige Investitionen in Beschneiungsinfrastruktur sind eine finanzielle Belastung für Skigebiete (Steiger 2013; Steiger und Scott 2020). Durch steigende Liftticketpreise besteht zudem die Gefahr, dass sich das Skifahren in Zukunft von einem Breitensport zu einer elitären Aktivität für eine zahlungskräftige Gruppe entwickelt (Steiger und Scott 2020)

Bislang sind die Einflüsse des Klimawandels hauptsächlich für das klassische Abfahrtsskifahren untersucht worden (Landauer et al. 2009). Wie sich der Klimawandel auf andere schneegebundenen Winter(sport)aktivitäten auswirkt, ist bisher kaum Gegenstand von Untersuchungen gewesen (Steiger et al. 2022). Eine Studie aus Finnland legt nahe, dass Skilanglauf ebenfalls stark vom Klimawandel betroffen ist (Neuvonen et al. 2015) und es ist zu beobachten, dass Langlaufloipen sowie Schlittenabfahrten teilweise auch schon mit Schneeerzeugungsinfrastruktur ausgestattet werden, um die Aktivität in Wintersportdestinationen anbieten zu können (Steiger et al. 2021; Kaján und Saarinen 2013). Skitouren oder Heliskiing sind Wintersportaktivitäten, die zumindest außerhalb Bayerns durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit bislang dem Klimawandel gewissermaßen ausweichen können. Mit dem Helikopter lassen sich höher gelegene Gipfel ansteuern und auch Skitouren können relativ flexibel von einem höheren Ausgangspunkt oder mit Liftunterstützung in einer höheren Höhenlage bei ausreichend Schnee praktiziert werden (Schrot et al. 2019).

Der fortschreitende Verlust von Naturschnee gefährdet zudem Bayerns Ruf als Austragungsort für Wintersportveranstaltungen. Medienwirksame Wintersportevents sind heutzutage ein bedeutender Marketing- und Imagefaktor, von dem viele Orte in der Vergangenheit profitiert haben (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz 2021a, 2021b).

5 Arbeitspaket 3: Ableitung von Klimaanpassungsstrategien im bayerischen Wintersporttourismus

5.1 Methodik

Dieses Arbeitspaket fokussiert auf die Anpassungsmaßnahmen, welche von Skigebieten in Bayern ergriffen werden können, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu kompensieren. Für die strukturierte Bearbeitung dieses Arbeitspakets wird ein Modell des IPCCs (2014) zur

Analyse von Klimawandelanpassung, deren Status quo, Treiber und Barrieren als analytischer Rahmen herangezogen (Abbildung 6).

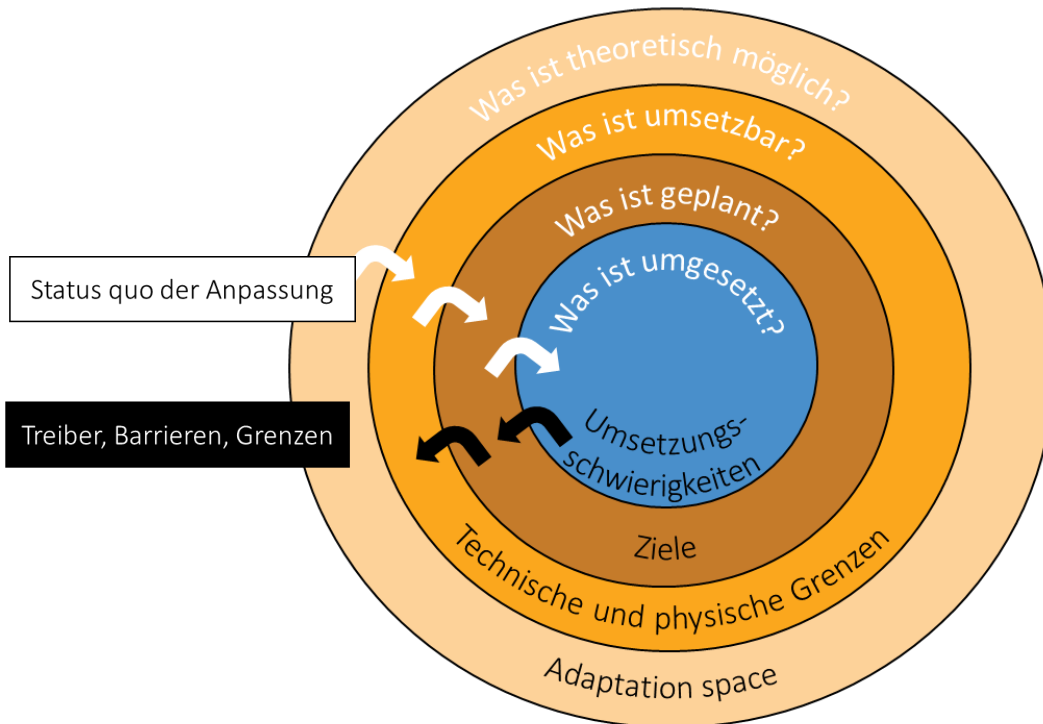


Abbildung 6: Modell zur Klimawandelanpassung und deren Treiber und Barrieren
Quelle: eigene Darstellung nach IPCC 2014

Das Modell lässt sich in zwei Richtungen lesen. Vom äußersten zum innersten Ring betrachtet hilft das Modell, den Status quo der aktuellen Klimawandelanpassung (z.B. in einem Skigebiet) zu erfassen. Den äußeren Ring bildet der „Adaptation Space“, die Menge an Maßnahmen, die theoretisch für Skigebiete als Klimawandelanpassungsmaßnahme möglich sind. Wird der „Adaptation Space“ auf die Maßnahmen reduziert, die in der Praxis beispielsweise aufgrund gesetzlicher Regelungen oder topographischer Eignung umsetzbar sind, ergibt sich der zweitäußerste Ring: die umsetzbaren Maßnahmen. In AP3 werden daher zunächst alle theoretisch möglichen („Adaptation Space“) sowie die umsetzbaren Anpassungsstrategien durch eine Literaturanalyse erfasst und strukturiert zusammengestellt (Kapitel 5.2).

Ausgehend von den umsetzbaren Maßnahmen wird in Kapitel 5.3 der tatsächliche Status quo der Klimawandelanpassung ermittelt: welche Maßnahmen sind bereits umgesetzt und welche sind für die Zukunft geplant (die inneren beiden Ringe). Diese Analyse zeigt, wie weit fortgeschritten die Klimawandelanpassung in Bayern aktuell ist, und welche Maßnahmen von den Skigebieten in der Zukunft geplant werden. Für diesen Zweck wird als Vorarbeit zunächst eine Clusteranalyse durchgeführt, wobei Daten zu allen Skigebieten und Liften gesammelt werden, die grundsätzlich im Betrieb sind und deren Geschäftsgebiet überwiegend in Bayern liegt. Die Datengrundlage

stammt von den Skigebiets-Informationsportalen openskimap.org und skiresort.de. Insgesamt waren 241 bayerische Skigebiete und Lifte in der Wintersaison 2023/2024 in Betrieb und wurden von Skifahrer:innen genutzt. Es sind auch solche Gebiete inkludiert, die zwar eine Transportleistung erbringen, aber keine Pisten präparieren (Freeridegebiete). Lifte, die ausschließlich zum Transport von Wanderer:innen, Besucher:innen und Rodler:innen dienen, sind aus der Analyse ausgeschlossen. Im Rahmen der Erhebung werden für jedes Skigebiet bzw. jeden Skilift einige Strukturdaten ermittelt. Dazu gehören der niedrigste sowie der höchste Punkt der Lifte, die Gesamtlänge aller Pisten, die Anzahl der Skilifte sowie die Liftkapazität in Passagieren pro Stunde. Die anschließende Clusteranalyse berücksichtigt die beiden strukturellen Variablen „Pistenlänge“ und „Anzahl der Skilifte“, um Größe und Kapazität der Skigebiete bzw. Lifte zu beschreiben. Um Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels zu integrieren, werden Daten aus dem Mountain Tourism Meteorology and Snow Indicators (MTMSI)-Datensatz herangezogen. Diese Daten werden durch den Copernicus Climate Change Service (2020) bereitgestellt und bieten paneuropäische Informationen zur Schneesicherheit unter vergangenen und zukünftigen Klimabedingungen in Europa. Für die Clusteranalyse werden Daten zur gesamten Schneemenge einer Wintersaison (in Zentimetern) sowie die Anzahl der Tage mit einer Schneedecke von mehr als 30 cm verwendet. Diese beiden Variablen repräsentieren in der Clusteranalyse somit sowohl die Höhenlage des Skigebiets, als auch die Menge der Schneefälle und die Dauer der Zeiträume, in denen die Temperaturen ausreichend niedrig sind, um eine natürliche Schneedecke zu erhalten. Die Daten liegen auf NUTS-3-Ebene vor und ermöglichen eine Differenzierung der Höhenlage in 100-Meter-Schritten. Die vorliegenden Daten sind zwar in relativ kleinräumiger Auflösung verfügbar, stellen jedoch Durchschnittswerte dar und sind daher begrenzt aussagekräftig in Bezug auf mikroklimatische und topographische Besonderheiten. Skigebiete, die sich beispielsweise in schneebegünstigten Nordkessellagen befinden, können durch diese Datengrundlage nicht differenziert erfasst werden. Die Analyse konzentriert sich auf klimatische Bedingungen in naher Zukunft (2021-2040) unter einem moderat ambitionierten Klimaschutzszenario (RCP 4.5). Auf Basis dieser Klimavariablen sowie den o.a. Strukturvariablen werden die Daten mittels K-Means-Clustering in der Software R geclustert. K-Means ist eine weit verbreitete Methode für Clusteranalysen aufgrund ihrer relativen Einfachheit und leichten Implementierbarkeit. Sie ist unkompliziert auszuführen und kann leicht an verschiedene Datentypen und Clusteranforderungen angepasst werden. Die optimale Anzahl von fünf Clustern wurde durch die Elbow-Methode ermittelt.

Anschließend erfolgt die eigentliche Status quo-Analyse: ein Fragebogen wird an Skigebiete und Lifte versendet, um den Status quo der Anpassung an den Klimawandel zu erheben. Der Link zur Online-Befragung wurde per E-Mail an alle 241 Skigebiets- und Skiliftbetreibende im Oktober und November 2023 versendet. Mit 84 vollständig ausgefüllten und gültigen Fragebögen beträgt die

Rücklaufquote etwa 33 % (Abbildung 7). Aufgeschlüsselt nach Clustern liegt die Rücklaufquote zwischen 20%-65%. Die Angabe der folgenden Informationen wird von allen teilnehmenden Skigebieten erfragt: Name des Skigebiets bzw. des Lifts, Standort und Zugehörigkeit zu Gemeinde und Landkreis, Managementstruktur (privates Unternehmen; verwaltet durch die Gemeinde; verwaltet durch einen Verein; oder andere). Darüber hinaus wird allen Teilnehmenden eine Liste mit kurzer Beschreibung möglicher Anpassungsmaßnahmen für Skigebiete vorgelegt und nach deren Umsetzung bzw. Planung gefragt. Der Fragebogen ist im Anhang einsehbar. Die Status quo-Analyse entspricht im IPCC-Ringmodell den inneren beiden Ringen.

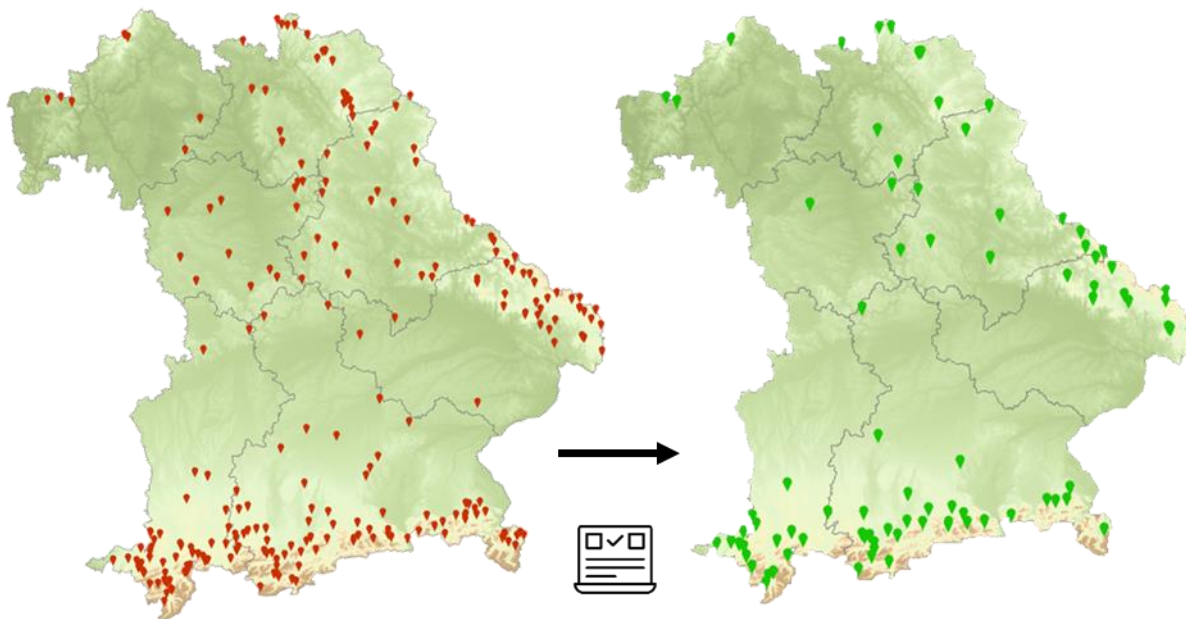


Abbildung 7: Datengrundlage der Online-Befragung (rot) sowie die teilgenommenen Skigebiete und Lifte (grün)

Quelle: openskimap.org, skiresort.de, GeoBasis-DE/BKG (2024)

Von innen nach außen betrachtet hilft das IPCC-Modell (Abbildung 6) zu verstehen, welche Barrieren oder Treiber die Anpassung an den Klimawandel entweder bremsen oder vorantreiben. Der innerste Kreis der bereits umgesetzten Maßnahmen ist begrenzt durch konkrete Umsetzungsschwierigkeiten (z.B. Hürden, die Skigebiete bei der Umsetzung einer konkreten Maßnahme bewältigen müssen). Hilfen zur Umsetzung von Maßnahmen sind Treiber, die diese Umsetzungsschwierigkeiten überwinden können oder generell die Umsetzung von konkreten Maßnahmen fördern. Der nächste Ring, die geplanten Maßnahmen, ist begrenzt durch die individuellen Anpassungsziele der Skigebiete. Er repräsentiert demnach die Anpassungsmaßnahmen, die ggf. überhaupt bekannt sind, für notwendig und sinnvoll erachtet werden. Der Umsetzungswillen fungiert als Grenze oder Treiber dieses Rings. Der zweitäußerte Ring ist begrenzt durch die technischen, physischen und topographischen Grenzen der Anpassungsmaßnahmen. Physikalische

Veränderungen oder technische Entwicklungen (beispielsweise zur technischen Schneeproduktion) begrenzen oder erweitern diesen Ring.

Zur Validierung der Ergebnisse aus der Online-Befragung sowie um ein tieferes Verständnis der Barrieren und Treiber bei der Umsetzung und Planung von Anpassungsmaßnahmen zu gewinnen, werden im letzten Schritt sieben Interviews mit Betreiber:innen von Skigebieten durchgeführt. Die Ergebnisse der Interviews werden in Kapitel 5.4 vorgelegt. Die Bereitschaft zur Teilnahme an einem Interview wird im Online-Fragebogen abgefragt und die teilnehmenden Skigebiete sind danach ausgewählt, dass jedes Cluster mindestens einmal vertreten ist. Der Durchführungszeitpunkt der Interviews liegt zwischen April und Juni 2024 und die Durchführung erfolgt telefonisch, per Videoanruf oder persönlich, wobei die Dauer der Interviews zwischen 30 und 60 Minuten liegt. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der sieben Interviews mit den Codes A-G, das zugeordnete Cluster sowie die dazugehörigen Struktur- und Klimavariablen.

Die halbstrukturierten Interviews orientieren sich an einem Leitfaden, der das Gespräch strukturiert, jedoch auch Raum für abweichende Fragen im Verlauf des Gesprächs lässt. Die Interviews zielen darauf ab, Einsicht in die individuellen Gründe für die Umsetzung oder Ablehnung sowie den generellen Treibern und Barrieren der Umsetzung und Planung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in den befragten Skigebieten zu gewinnen. Die qualitativen Informationen aus diesen ausführlichen Interviews werden mit der Software MaxQDA manuell paraphrasiert, codiert und qualitativ ausgewertet. Die codierten Segmente richten sich nach dem konzeptionellen Rahmen des IPCC-Modells in Abbildung 6. Es wurden Treiber der Umsetzung, Treiber der Planung, Barrieren der Umsetzung und Barrieren der Planung von Klimawandelanpassungsstrategien in bayerischen Skigebieten mit Hilfe der Interviews identifiziert und die Ergebnisse in Kapitel 5.4 zusammengefasst.

Tabelle 3: Übersicht über die durchgeführten Interviews

Code	Strukturvariablen: Länge der Pisten, Anzahl der Lifte	Klimavariablen: Schneenieder- schlagsmenge*, Tage über dem Schwellenwert (30 cm)*	Cluster
A	0.6 km, 2 Lifte	128 cm, 8 Tage	3
B	1.8 km, 3 Lifte	260 cm, 45 Tage	1
C	0.5 km, 1 Lift	84 cm, 5 Tage	3
D	8 km, 9 Lifte	263 cm, 67 Tage	4
E	11.5 km, 6 Lifte	330 cm, 77 Tage	4
F	6 km, 2 Lifte	253 cm, 81 Tage	2
G	30 km, 15 Lifte	341 cm, 82 Tage	5

Quelle: eigene Erhebung

*Diese Daten beziehen sich auf modellierte klimatische Bedingungen in naher Zukunft (2021-2040) unter einem moderat ambitionierten Klimaschutzszenario (RCP 4.5)

5.2 Strukturierte Darstellung aller theoretisch möglichen und umsetzbaren Adaptionenmaßnahmen

5.2.1 Schutzmaßnahmen für natürlichen oder technisch erzeugten Schnee

Die Pistenpräparation ist eine Anpassungsmaßnahme, die darauf abzielt, natürlichen oder künstlich erzeugten Schnee bestmöglich auf der Piste zu verteilen. Die Pistenpräparation ist außerdem essentiell in der Anfangsphase des Winters, um eine solide Basis zu schaffen und die Pistenpräparationsfahrzeuge machen es außerdem möglich, dass auf einer dünnen Schneedecke Ski gefahren werden kann (Haanpää et al. 2015). Eine noch relativ neue Technik zur Überwachung der Schneehöhe auf Skipisten verbessert die Pistenbearbeitung durch eine effizientere Schneeproduktion und präzisere Präparierung (Steiger et al. 2021).

Eine Maßnahme, um Schnee vor Sonneneinstrahlung und höheren Temperaturen zu schützen, ist das Snowfarming (Schneespeicherung). Dabei wird natürlicher oder technisch erzeugter Schnee bei günstigen Bedingungen vorproduziert (Cholakova und Dogramadjieva 2023) oder nach Beenden der Saison auf einem großen Haufen abgelagert und mit Isoliermaterial bedeckt. So kann Schnee aus der vorherigen Wintersaison beispielsweise über den Sommer gespeichert werden und zu Beginn der nächsten Wintersaison als Grundlage dienen (Haanpää et al. 2015). Fallstudien aus der Schweiz und Italien haben gezeigt, dass auf diese Weise bis zu 72-83% der Schneemasse aus dem vorherigen Winter konserviert werden können. Die Energiebilanz dieser Maßnahme sowie ökologische Auswirkungen der Schneespeicherung sind bisher unerforscht (Steiger et al. 2021). Auch Gletscher lassen sich mit dieser Methode vor Sonneneinstrahlung und hoher Temperaturen schützen, wobei die Effektivität dieser Maßnahme bei relativ hohen Kosten bisher gering ist (Cholakova und Dogramadjieva 2023).

Weitere Maßnahmen, um natürlichen oder technisch erzeugten Schnee zu erhalten und zu schützen, sind der Bau von Dächern über Skipisten, um eine „semi-indoor Arena“ zu schaffen (Aall et al. 2016), oder die Aufforstung nahegelegener Gebiete, um die benachbarten Pisten zu beschatten und die Schneeschmelze von natürlichem oder erzeugtem Schnee zu verlangsamen (Haanpää et al. 2015).

5.2.2 Erschließung von neuem Terrain

Wenn es die gesetzlichen Rahmenbedingungen (z.B. Alpenplan, Naturschutzgebiete, etc.) sowie die Topografie zulassen, können Skigebiete ihr Geschäft durch die Erweiterung der Skigebiete auf schneesichere, höhere Lagen oder nach Norden ausgerichtete Hänge ausweiten (Aall et al. 2016; Cholakova und Dogramadjieva 2023). Neben der Erweiterung bestehender Skigebiete kommt auch das Erschließen neuer Skigebiete in geeigneteren Lagen in Frage, sowie die Verbindung bestehender Skigebiete mit anderen schneesichereren Skigebieten in derselben Skidestination

(Aall et al. 2016). Da in Bayern die maximale Höhenlage in den meisten Skigebieten bereits erreicht ist und durch die topografische Begrenzung sowie strenger gesetzlicher Regularien ein weiterer Ausbau in der Regel nicht möglich ist, wird die Erweiterung der Skigebiete sowie die Erschließung neuer Skigebiete als Anpassungsmaßnahme in Bayern im Weiteren nicht berücksichtigt. Diese beiden Anpassungsmaßnahmen gehören daher nicht in den engeren Kreis der umsetzbaren Maßnahmen, sondern lediglich zum Adaptation Space, den theoretisch möglichen Maßnahmen (Abbildung 8).

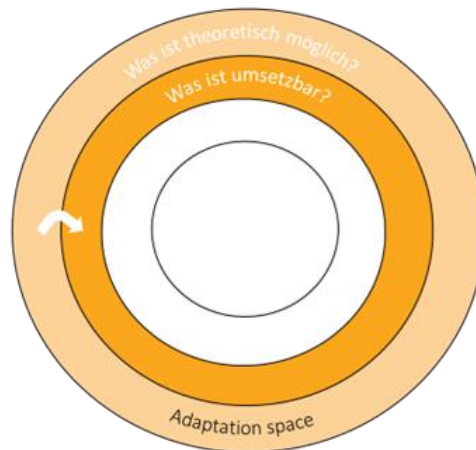


Abbildung 8: Theoretisch mögliche und umsetzbare Klimawandelanpassungsmaßnahmen in Bayern
Quelle: eigene Darstellung nach IPCC (2014)

Eine weitere Möglichkeit für Skigebiete ist der Bau von Indoor-Skiarenen, in denen kontrollierte Klimabedingungen das Skifahren unabhängig von Temperaturschwankungen oder Schneemangel machen (Scott und McBoyle 2007).

5.2.3 Modifikation des Angebots

Anpassungsmaßnahmen wie Angebotsdiversifizierung oder Ganzjahrestourismus können die Abhängigkeit vom Schnee verringern und zusätzlichen Wert durch schneeunabhängige Aktivitäten schaffen (Adler et al., 2022; Cholakova & Dogramadjieva, 2023; Dubois & Ceron, 2006; Hopkins, 2014; Scott & McBoyle, 2007). Obwohl solche Maßnahmen als wichtige Anpassungsstrategie anerkannt und gefordert werden, gibt es kaum Forschung dazu (Dannevig et al., 2021; Scott & Gössling, 2022). Eine Studie von Bausch und Unseld (2018) zeigt, dass der "Nicht-Skifahrer:innen"-Markt unter Winterurlaubenden – bestehend aus Gästegruppen, die Entspannung in winterlichen Landschaften suchen und leichtere sportliche Aktivitäten ausüben – ein bedeutendes und weitgehend unerschlossenes Segment darstellt, das noch wenig erforscht ist. Alternative Angebote zum Skifahren richten sich somit auch an die „Nicht-Skifahrer:innen“ und bei der Angebotsdiversifizierung können entweder auch bei nicht optimalen Bedingungen für das Skifahren trotzdem schneebasiert sein (z.B. Schlittenfahren, Schneeschuhwandern, Snowmobilmfahren, Hunde-

schlittenfahren) oder nicht-schneebasiert sein (z.B. Bergwanderungen, Schlittschuhlaufen, Hallenbäder, Tennis, Radfahren, Reiten, Wellness-Zentren, Fitness-Center, Casinos, Restaurants, Geschäfte, Konferenzräume, Einzelhandel etc.) (Scott und McBoyle 2007; Cholakova und Dogramadjieva 2023). Einige der aufgeführten Angebote eignen sich zudem als ganzjährig verfügbare Aktivitäten, wodurch die Umsetzung der Maßnahme des Ganzjahrestourismus eingerichtet werden kann. Ein wesentlicher Vorteil des ganzjährigen Tourismus in einer Destination besteht darin, dass ganzjährig Arbeitsplätze für die lokale Bevölkerung geschaffen werden, wodurch das Einkommen der lokalen Bevölkerung weniger stark vom Schneefall abhängig ist (Hopkins und Maclean 2014). In der wissenschaftlichen Literatur wird die Maßnahme des Ganzjahrestourismus als eine wesentliche Anpassungsstrategie für niedrig gelegene Skigebiete beschrieben (Morrison und Pickering 2013; Cholakova und Dogramadjieva 2023; Haanpää et al. 2015). Dennoch ist eine kritische Betrachtung der genannten Maßnahmen und des damit einhergehenden Ganzjahrestourismus durch einige Stimmen in der Literatur zu vermerken. Einschränkungen dieser Strategien sind beispielsweise, dass der sommerliche Bergtourismus mit den etablierten Sommer- und Badereisezielen (z.B. im mediterranen Raum) in Konkurrenz tritt. Weiterhin sind die Einnahmen, die im Winter durch den Wintersporttourismus pro Gast erzielt werden können, trotzdem höher als in den übrigen Jahreszeiten (z. B. in Norwegen (Dannevig et al. 2021)). Einige der alternativen Aktivitäten, wie beispielsweise Mountainbiking oder Reiten, können zu Nutzungskonflikten oder Umweltproblemen führen, sodass deren Umsetzung nicht immer ohne zeit- und arbeitsintensive Konfliktlösungsprozesse möglich ist (Steiger et al. 2021). In Praxis und Wissenschaft wird das Risiko der „Disneyfizierung“ diskutiert. Gemeint ist damit, dass durch die Kommerzialisierung des Angebots, die Umgestaltung von Orten oder den Bruch mit Tradition und Kultur die Gefahr besteht, dass die Destination an Originalität und damit an Attraktivität verliert, insbesondere für ehemalige Stammgäste (Kaján und Saarinen 2013). Teilweise wird der Erfolg von schnee-unabhängigen Aktivitäten in Frage gestellt, da in Studien der Faktor Schnee von der Nachfrageseite nach wie vor als Hauptanziehungsfaktor genannt wird (Steiger et al. 2021; Cholakova und Dogramadjieva 2023).

5.2.4 Betriebswirtschaftliche Maßnahmen

Einige Anpassungsmaßnahmen sind wirtschaftlich motivierte Managemententscheidungen, wirken jedoch ebenfalls als Klimaanpassungsmaßnahmen, indem sie potenzielle Einnahmeverluste durch den Klimawandel beispielsweise durch Intensivierungsstrategien (Erhöhung der Auslastung oder der zusätzliche Verkauf von Liftkarten) kompensieren (Abegg et al., 2017; Dannevig et al., 2021). Konkrete Maßnahmen sind z.B. die Installation von Flutlichtanlagen, um nächtliches Skifahren zu ermöglichen. Nächtliches Skifahren verlängert die nutzbaren Stunden der Skipisten zu Zeiten günstiger Schneebedingungen, was den Gesamtnutzen der Pisten sowie den Verkauf

von Liftkarten steigert, wird aber aus Naturschutzgründen (z.B. negative Effekte für die Tierwelt) kritisiert (Cholakova & Dogramadjieva, 2023). Zusätzlich können finanzielle Anreize wie dynamische Preisgestaltung (z.B. wetterabhängige Liftticketpreise) (Steiger, Knowles, Pöll & Ruddy, 2022) und Marketingkampagnen, wie eine Schneegarantie (Dannevig et al., 2021; Scott & McBoyle, 2007), den Verkauf von Liftkarten auch bei suboptimalen Schneebedingungen unterstützen. Eine Studie von Malasevska et al. (2017) belegt, dass sowohl die Besucherzahlen als auch die Einnahmen durch Lifttickets durch ein dynamisches Senken der Liftticketpreise bei mangelnder Pistenqualität durch suboptimalen Schnee- und Wetterbedingungen gesteigert werden konnte. Wie sich der steigende Bedarf trotz schlechten Wetterbedingungen auf das Erlebnis der Gäste und die Umwelt (insbesondere den Boden unter einer dünnen Schneedecke) auswirkt, muss noch erforscht werden. Marketingkampagnen können dazu beitragen, die Zurückhaltung einiger Gäste bei der Buchung von Wintersporturlauben zu überwinden. Dies kann beispielsweise durch die Einführung von Geld-zurück-Garantien von Lifttickets bei Schneemangel, Frühbucherrabatte oder Schneegarantien erfolgen (Scott und McBoyle 2007; Dannevig et al. 2021). Eine weitere Maßnahme in der Gruppe der finanziellen Anreize besteht darin, neue Produktbündel anzubieten. Ein Beispiel aus der Literatur zeigt, wie ein Skigebiet aus Norwegen über die Einrichtung einer neuen Fährverbindung („ferry and ski“) nach Dänemark den dänischen Markt erschlossen hat und neuen Gästegruppen damit die Anreise zum Skigebiet erleichtert und vergünstigt hat (Dannevig et al. 2021). In Bayern existieren bereits ähnliche Angebote, welche eine Kombination von Zugfahrkarte und Liftticket beinhalten (Deutsche Bahn 2024).

5.2.5 Technische Maßnahmen

Die technische Beschneigung ist derzeit die am intensivsten umgesetzte Maßnahme und wird voraussichtlich auch in Zukunft weiter zunehmen, obwohl ihre Nachhaltigkeit als problematisch betrachtet wird (Scott et al. 2022). Dennoch wird ihr Nutzen als notwendig erachtet, um die Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel zu verringern, die Schneeverhältnisse zu verbessern oder die Skisaison zu verlängern (Dannevig et al. 2021; Cholakova und Dogramadjieva 2023). In vielen Märkten (z. B. im Osten der USA und Kanadas, in Österreich und Italien) sind bereits mehr als 70% der Pisten technisch beschneibar (Scott et al. 2022). In bayerischen Skigebieten wurden gesetzliche Rahmenbedingungen im Vergleich zu anderen Ländern erst relativ spät gelockert, sowie staatliche Subventionen für die Installation von Beschneiungsanlagen erst relativ spät eingeführt. Aus diesem Grund ist der Anteil beschneiter Pisten in Bayern geringer als in anderen Ländern (Steiger 2013). Über den genauen Anteil beschneiter Pisten in Bayern herrscht jedoch Uneinigkeit: Das Bayerische Tourismusministerium erhebt keine eigene Statistik über die beschneiten Pistenfläche in Bayern. Damit existieren weder offizielle, noch wissenschaftliche Zahlen zur beschneiten bayerischen Pistenfläche. Laut dem Verband Deutscher Seilbahnen und Schlepplifte e.V.

(2024) beträgt der Anteil der beschneiten Pistenfläche in Bayern 25%. Diese Angabe basiert allerdings auf Zahlen einer Studie des Bayerisches Landesamt für Umwelt aus dem Jahr 2006 sowie einer Antwort auf eine schriftliche Anfrage des Abgeordneten von Bündnis 90/Die Grünen des Bayerischen Landtags Christian Zwanziger (Bayerischer Landtag 2023). Die Angabe wird allerdings für ihre veraltete Datengrundlage sowie ihrer falschen Bezugsgrundlage kritisiert und der tatsächliche Anteil beschneiter Pistenfläche vom DAV auf 42-70% geschätzt (Dilger und Heigl 2024).

Eine weitere Methode, die bisher wenig Anwendung findet, ist die Nutzung künstlicher oder hybrider Skimatten (Aall et al., 2016), die das Gefühl des Skifahrens auf echtem Schnee imitieren. Aus Naturschutzsicht werden diese Matten kritisiert, da die Herstellung energie- und rohstoffintensiv ist und die Matten im Verdacht stehen, Mikroplastik in Gewässer und Natur abzugeben (Kühne 2023). Eine kontroverse Maßnahme ist das Cloudseeding, eine landwirtschaftliche Technologie, die normalerweise zur Bewässerung von Nutzpflanzen eingesetzt wird oder zum Abregnen von Niederschlag bei Hagelgefahr. Theoretisch kann diese Technik im Winter verwendet werden, um zusätzlichen Niederschlag in Skigebieten zu erzeugen. Die tatsächliche Wirksamkeit dieser Technik bleibt jedoch umstritten und sie ist aufgrund der hohen Kosten und der Unsicherheit wenig populär und wird in Europa wenig bis überhaupt nicht eingesetzt (Scott & McBoyle, 2007). In Deutschland ist Cloudseeding grundsätzlich durch die Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) (§ 13 Abwerfen von Gegenständen oder sonstigen Stoffen) gesetzlich verboten und scheidet daher als umsetzbare Maßnahme aus.

5.3 Status quo-Analyse der Klimawandelanpassung bayerischer Skigebiete

5.3.1 Clusteranalyse

Als erster Schritt der Status quo-Analyse der Klimawandelanpassung bayerischer Skigebiete wird eine Clusteranalyse aller zuvor in einer Datenbank erfassten Skigebiete Bayerns durchgeführt. Das Ziel ist, Skigebieten mit einer ähnlichen Struktur (Anzahl Skilifte und Pistenlänge) sowie ähnlicher klimatischer Gegebenheiten und Schneesicherheiten (laut Klimaprognosen) in Clustern zusammenzufassen. Die Daten für die Clusteranalyse werden unter Zuhilfenahme der Software R nach dem K-Means-Verfahren geclustert. Die Variablen sind so ausgewählt, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Struktur- und Klimadaten als Input-Faktoren für das Clustering entsteht. Das Clustering basiert somit auf vier Variablen, darunter die durchschnittliche Anzahl der Skilifte und die durchschnittliche Länge der Pisten (Strukturvariablen) sowie die durchschnittliche Anzahl der Tage mit einer Schneehöhe über dem Schwellenwert und die durchschnittliche Summe der winterlichen Schneemengen (Klimavariablen). Die Elbow-Methode führt zu dem

Ergebnis, dass fünf Cluster die optimale Anzahl an Clustern mit möglichst ähnlichen Datenpunkten darstellen. Die Ergebnisse der Clusteranalyse sind als Übersicht in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Übersicht der Ergebnisse der Clusteranalyse

Cluster	Strukturdaten (Mittelwerte)				Klimadaten (Mittelwerte)*	
	Anzahl Skigebiete	Anzahl von Skiliften	Länge der Pisten	Maximale Höhe	Anzahl von Tagen mit einer Schneehöhe über dem Schwellenwert (30 cm)	Summe der Schneemenge im Winter
1 Schattenexistenz	66	1,8	1,3 km	889 m	41	216 cm
2 Underdogs	25	2,9	6,8 km	1.523 m	94	424 cm
3 Liebhaberlifte	123	1,4	0,9 km	635 m	7	96 cm
4 Sorgenkinder	20	7,6	8,6 km	1.296 m	69	323 cm
5 Big player	7	12,6	33 km	1.824 m	104	462 cm

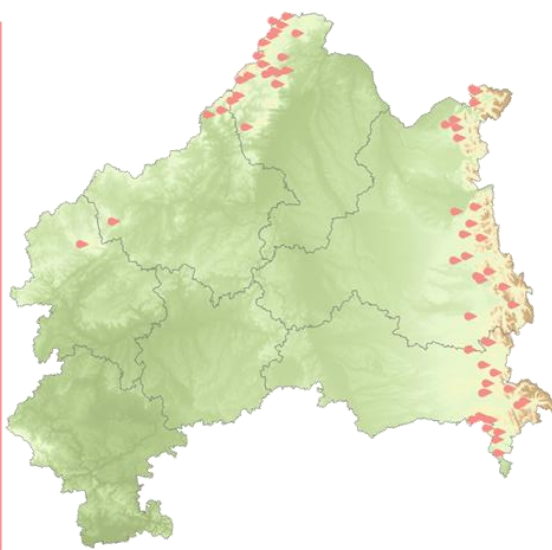
Quelle: eigene Erhebung

* Diese Daten beziehen sich auf modellierte klimatische Bedingungen in naher Zukunft (2021-2040) unter einem moderat ambitionierten Klimaschutzenszenario (RCP 4.5)

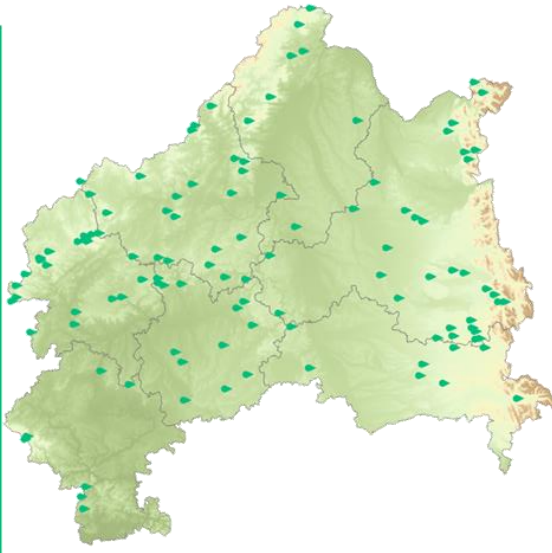
Die Skigebiete in Cluster 1 mit dem Namen „Schattenexistenz“ bestehen in erster Linie aus sehr niedrig gelegenen Einzelliften oder sehr kleinen Skigebieten mit wenigen Liften, begrenzter Kapazität und eher geringer Schneesicherheit. Die Skigebiete dieses Clusters befinden sich hauptsächlich in den klassischen Ski- und Bergregionen Bayerns (Alpen und Bayerischer Wald) und somit in unmittelbarer Nähe zu anderen Skigebieten (Abbildung 9). Damit besteht für sie die Gefahr, neben den größeren und höher gelegenen Skigebieten „unterzugehen“. Cluster 2 mit dem Namen „Underdogs“ beinhaltet Skigebiete, die zwar nur eine geringe Anzahl an Liften betreiben, aber mit einer durchschnittlichen Höhe von über 1.500 m relativ hochgelegen sind. Damit können relativ lange Pisten angeboten werden und die Skigebiete dieses Clusters liegen im Hinblick der Schneefallmenge und Schneehöhdauer im oberen Mittelfeld. Da sie in der Nähe von größeren Skigebieten liegen, besteht die Gefahr, dass Gäste trotz guter Schneebedingungen größere Gebiete in der Nähe auswählen. Das Cluster 3, die „Liebhaberlifte“, machen insgesamt 75 % aller Skigebiete aus, decken aber nur 25 % der gesamten Pisten ab. Meist werden diese Einzellifte von der örtlichen Gemeinde, von Sportvereinen oder von Personen betrieben, die sich für den Skisport begeistern und sich für die Erhaltung der Skitradition in ihren Heimatdörfern einsetzen. Diese Lifte sind flächenmäßig am weitesten verteilt, d.h. sie konzentrieren sich nicht nur auf die klassischen Bergregionen in Bayern, sondern es sind auch im relativ flachen Land Hügel und kleinere Berge für den Liftbetrieb erschlossen. Die niedrige Höhenlage und fehlender Schnee kennzeichnen die Lifte in diesem Cluster. Außerdem bilden sie auch in den Strukturdaten jeweils das Schlusslicht aller Cluster. Das Cluster 4, die „Sorgenkinder“, ist gekennzeichnet durch Skigebiete, die vor allem im Vergleich zu den „Underdogs“ relativ viel Infrastruktur und Kapazität bei ähnlichem

Pistenangebot und niedrigerer durchschnittlicher Höhenlage aufgebaut haben. Im Hinblick auf ihre Höhenlage und aufgrund der Prognose eher geringerer Schneefälle stehen diese Skigebiete jedoch vor sehr großen Herausforderungen. Das Cluster 5 beinhaltet die „Big Player“. Diese Skigebiete sind Spitzenreiter in den Kategorien Infrastruktur und Schneesicherheit und befinden sich nur in den bayerischen Alpen. Obwohl sie nur 3% aller Skigebiete in Bayern ausmachen, haben sie einen Anteil von 30% an der gesamten Pistenfläche.

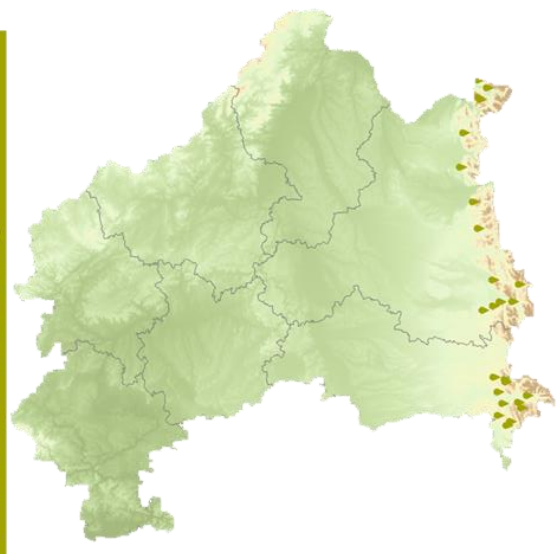
Cluster 1: Schattenexistenz



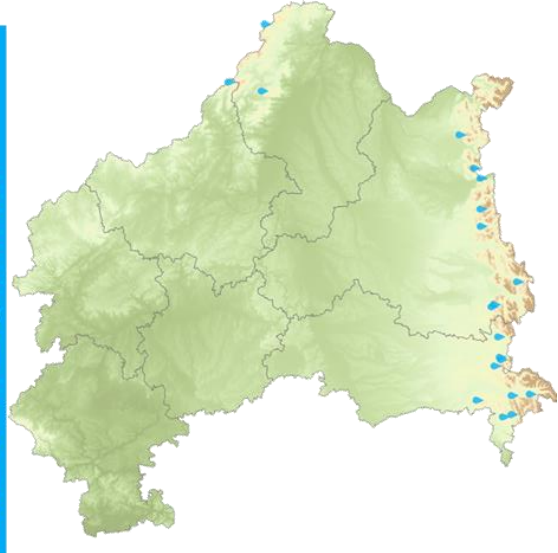
Cluster 3: Liebhaberlifte



Cluster 2: Underdogs



Cluster 4: Sorgenkinder



Cluster 5: Big player

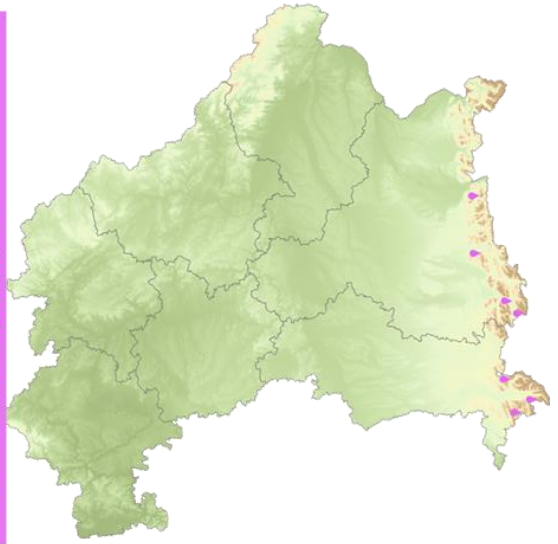


Abbildung 9: Lage der Skigebiete nach Cluster

Quelle: eigene Darstellung, Kartenbasis: GeoBasis-DE/BKG (2024)

5.3.2 Ergebnisse der Online-Befragung: Betriebsstrukturen je Cluster

Im Rahmen der Online-Befragung wurden die Betriebsstrukturen der befragten Skigebiete abgefragt. Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse aufgeschlüsselt nach Clustern. Auffällig ist, dass die Skigebiete, die meist nur aus einem oder wenigen Liften bestehen (Cluster „Schattenexistenz“ und Cluster „Liebhaberlifte“) zu einem hohen Anteil von einer Gemeinde oder einem Verein betrieben werden. Die Skigebiete, die infrastrukturell stärker entwickelt sind (Cluster „Underdogs“, „Sorgenkinder“ und „Big Player“), sind mehrheitlich privat geführte Unternehmen.

Tabelle 5: Betriebsstrukturen nach Cluster

Cluster	Anzahl Skigebiete im Cluster	Betriebsstruktur			
		Privat	Gemeinde	Verein	Sonstiges
1: Schattenexistenz	66	73%	8%	19%	0%
2: Underdogs	25	100%	0%	0%	0%
3: Liebhaberlifte	123	33%	21%	45%	0%
4: Sorgenkinder	20	92%	0%	0%	8%*
5: Big Player	7	100%	0%	0%	0%

*Zweckgemeinschaft

Quelle: eigene Erhebung

5.3.3 Ergebnisse der Online-Befragung: Status quo der Anpassung je Cluster

Durch eine an alle bayerischen Skigebiete gerichtete Online-Befragung wurde der Status quo der Klimawandelanpassung in Bayern abgefragt. Nachdem in Kapitel 5.2 die Reduktion des äußeren Rings (Adaptation Space) auf den zweiten Ring (umsetzbare Maßnahmen) durchgeführt wurde (äußerster Pfeil), wurde nun nach den umgesetzten und geplanten Maßnahmen (inneren beiden Ringe und Pfeile im Ringmodell) gefragt (Abbildung 10).

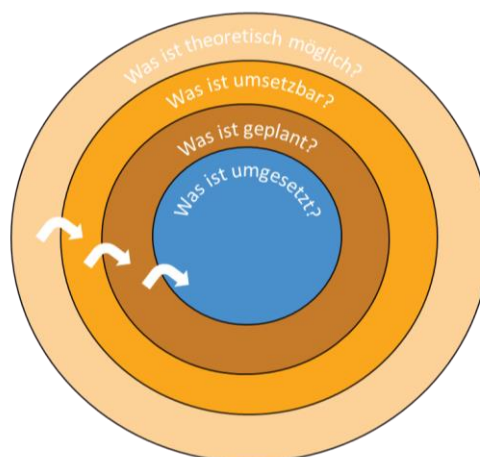


Abbildung 10: Bereits umgesetzte und geplante Klimawandelanpassungsmaßnahmen

Quelle: eigene Darstellung nach IPCC (2014)

Die Auswertung der Ergebnisse der Online-Befragung offenbart signifikante Unterschiede zwischen den Clustern hinsichtlich der implementierten sowie geplanten Maßnahmen zur

Anpassung an den Klimawandel. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 nach Clustern aufgeschlüsselt dargestellt.

Tabelle 6: Anteil der Skigebiete je Cluster, die eine jeweilige Klimawandelanpassungsmaßnahme bereits umgesetzt bzw. geplant haben*

Anpassungsmaßnahme	Cluster				
	1: Schattenexistenz	2: Underdogs	3: Liebhaberlifte	4: Sorgenkinder	5: Big Player
Anzahl der Skigebiete	66	25	123	20	7
Pistenpräparation	58%/4%	100%/0%	61%/3%	92%/8%	100%/0%
Snowfarming	0%/0%	0%/0%	0%/3%	0%/0%	14%/0%
Bau von Dächern	0%/0%	0%/0%	0%/0%	0%/0%	0%/0%
Aufforstung	19%/0%	20%/0%	6%/0%	0%/0%	14%/0%
Verbindung bestehender Skigebiete	0%/0%	0%/0%	3%/0%	0%/8%	14%/0%
Indoor-Skihallen	4%/0%	0%/0%	0%/0%	0%/0%	0%/0%
Angebotsdiversifizierung	23%/4%	20%/20%	15%/6%	23%/23%	57%/0%
Ganzjahrestourismus	19%/8%	80%/0%	6%/15%	46%/15%	71%/14%
Nacht-Skifahren	42%/15%	20%/0%	30%/15%	46%/15%	43%/14%
Finanzielle Anreize und Marketing	0%/4%	0%/0%	0%/3%	8%/23%	14%/0%
Technische Beschneigung	23%/0%	40%/0%	42%/3%	92%/0%	86%/0%
Skimatten	8%/12%	0%/0%	3%/3%	0%/15%	14%/0%
Klimaprognosen	12%/0%	20%/0%	21%/3%	69%/0%	100%/0%

Quelle: eigene Erhebung

***bereits umgesetzt** (fett)/*geplant* (kursiv)

Die Ergebnisse der Untersuchung legen nahe, dass insbesondere die technische Beschneigung sowie die Pistenpräparation in allen Clustern bereits eine hohe Umsetzungsrate aufweisen. Lediglich das Cluster „Schattenexistenz“ fällt bei der technischen Beschneigung ein wenig zurück. Eine weitere bereits stark verbreitete Maßnahme ist das Nachtskifahren. Außer im Cluster „Underdogs“ haben etwa 45-55% der Skigebiete Nachtskifahren bei passenden Bedingungen bereits im Angebot oder planen es anzubieten. Bisher wenig umgesetzt, aber in der Planungsphase vor allem bei den schneeunsicheren Clustern „Schattenexistenz“ und „Sorgenkinder“, sind Skimatten. 14% der Skigebiete in Cluster „Big Player“ nutzen Skimatten für Abfahrten oder als Gleitgrundlage bei Schleppliften. Bereits verbreitet umgesetzt in allen Clustern sind die beiden Maßnahmen, die durch eine Modifikation des Angebots gekennzeichnet sind: die Umsetzung von Angebotsdiversifizierung und die Einführung eines Ganzjahrestourismus. Bereits über 20% der

Skigebiete im Cluster „Liebhaberlifte“, die aus meist nur aus einem einzelnen Lift bestehen, haben bereits ihr Angebot um weitere (Ganzjahres-)Aktivitäten ergänzt, oder planen dies zu tun. Im Cluster „Underdogs“ und „Big Player“ sind es jeweils über 80% der Skigebiete, die Ganzjahrestourismus bereits umgesetzt haben oder es planen. Dies deutet darauf hin, dass diese Skigebiete in Destinationen liegen, die auch im Sommer attraktive Zielgebiete sind, z.B. für Wanderer. Es fällt auf, dass bisher lediglich die „Big Player“ Snowfarming als Anpassungsmaßnahme nutzen (14%), um Schnee über die Sommermonate zu speichern. Keine der Skigebiete in den anderen Clustern planen, Snowfarming in Zukunft umzusetzen. Ähnliches gilt für die Verbindung bestehender Skigebiete: auch hier wurde diese Maßnahme bisher nur von 14% der „Big Player“ umgesetzt und Planungen anderer Skigebiete sind selten. Die Maßnahmen Bau von Dächern und Indoor-Skihallen sind bisher kaum umgesetzt worden und werden von den befragten Skigebieten auch in Zukunft nicht geplant. Über ein Drittel der Skigebiete im Cluster „Sorgenkinder“ plant finanzielle Anreize umzusetzen oder tut es schon. Sowohl die Aufforstung als auch verbesserte Wetterprognosen sind Maßnahmen, die in den meisten Clustern bereits teilweise umgesetzt werden. Alle Skigebiete der „Big Player“ nutzen Wetterprognosen für ihren Betrieb.

Ein Blick auf die Nichthandlungsquote (keinerlei umgesetzte Maßnahmen) nach Clustern zeigt, dass es unter den befragten Skigebieten aus den Clustern „Underdogs“, „Sorgenkinder“ und „Big Player“ keine Skigebiete gibt, die keine Maßnahme umgesetzt hat. Dagegen haben 27% der befragten Skigebiete aus dem Cluster „Schattenexistenz“ und 15% der Skigebiete aus dem Cluster „Liebhaberlifte“ keinerlei der abgefragten Klimawandelanpassungsmaßnahmen umgesetzt, obwohl in diesen beiden Gebieten der Druck durch den Klimawandel am höchsten ist.

5.4 Treiber und Barrieren der Anpassung

Die Interviews fokussieren auf die individuellen Gründe für die Umsetzung oder Ablehnung von Maßnahmen sowie den generellen Treibern und Barrieren bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Dies entspricht dem Lesen des IPCC-Ringmodells zur Klimawandelanpassung von innen nach außen (schwarze Pfeile, Abbildung 11).

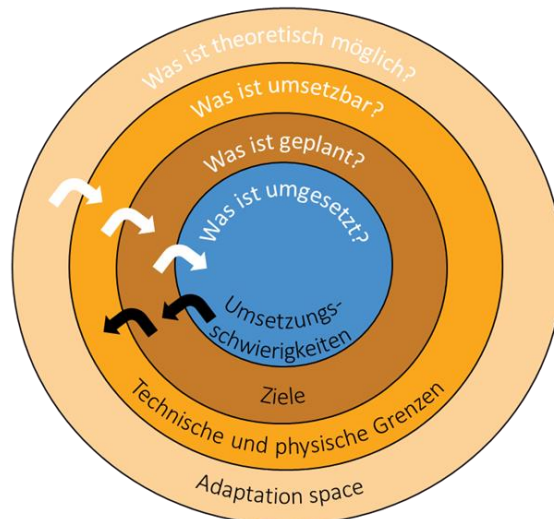


Abbildung 11: Treiber und Barrieren der Klimawandelanpassung
 Quelle: eigene Darstellung nach IPCC (2014)

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse aus den Interviews aufgeschlüsselt nach konkreten Treibern bei der Umsetzung (Hilfestellungen, die konkrete Vorhaben zur Anpassung an den Klimawandel vorantreiben und möglich machen), Umsetzungsschwierigkeiten (Hürden, die Skigebiete bei der Umsetzung einer konkreten Maßnahme bewältigen müssen), Treibern bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen (z.B. welche Umstände dazu beitragen, dass Maßnahmen überhaupt berücksichtigt werden) und Barrieren bei der Planung (z.B. welche Umstände verhindern, dass Maßnahmen überhaupt erwogen werden). Zudem werden die Cluster angegeben, denen die interviewten Skigebiete zuzuordnen sind. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die durchgeführten Interviews und die jeweils zugeordneten Interviewcodes (Interview A, B, C, ...).

Tabelle 7: Treiber und Barrieren bei der Umsetzung und Planung von Anpassungsmaßnahmen

	Maßnahme	Erläuterung	Cluster
Treiber für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen	Pistenpräparation	Improvisation, Handarbeit und Hilfe von Dorfansässigen/Landwirten ermöglicht Pistenpräparation ohne Pistenraupe, stattdessen mit Traktoren, kleinen Motorschlitten etc.	3 und 1
	Ganzjahresangebot/ Angebotsdiversifizierung	Integration von einem Sommerkonzept bzw. Ganzjahreskonzept bereits in der Planungsphase von Anlagen, wie z.B. Bergbahn oder Rodelbahn	5
		Möglichkeit zur flexiblen Anpassung durch einfache Umbauten von installierten Anlagen, die eine ganzjährige Nutzung ermöglichen (z.B. ganzjährig nutzbare Bob-Rodelbahn)	4

	Beschneigung	Vorhandensein von Hangwasser/einfache Entnahme von Wasser	3
		Zusammenschluss mit Leistungssport zur Beantragung von Fördermitteln	4
	Anpassung allgemein	(Finanzielle) Unterstützung der Gemeinde bei konkreten Vorhaben	3
Barrieren für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen	Nachtskifahren	Kostenintensiver Betrieb von Flutlichtanlagen	3
		Konflikte mit Grundstückseigentümern	1
	Pistenpräparation	Unsicherheit ob Beschneigung und Pistenpräparation sinnvoll sind, da trotz Wetterunsicherheiten in Vorleistung gegangen werden muss	4
	Künstliche Skimatten	Kapazitätsgrenze des Skigebiets (Hoher Personal- und Arbeitsaufwand beim Auf- und Abbau)	1
	Ganzjahresangebot/ Angebotsdiversifizierung	Bürokratie	5
		Konflikte mit anderen Nutzungsparteien (z.B. Jägern) oder Grundstückseigentümern	3, 1
Hohe Kosten für die Umsetzung von Maßnahmen sowie teure Abnahme durch TÜV		3	
Treiber für die Planung von Anpassungsmaßnahmen	Nachtskilaufen	Zusammenschluss mit Leistungssport zur Planung und Umsetzung der Flutlichtanlage	5
		Geeignete Piste für Nachtskifahren	5
		Vergleichsweise niedrige Investitionskosten für Flutlichtanlagen	1
	Ganzjahresangebot/ Angebotsdiversifizierung	Nachfrage nach Angeboten für Familien mit Kindern	5
		Erfahrungsaustausch mit anderen Skigebieten (z.B. über die Eignung von Hängen zum Rodeln)	4
		Vorhandensein von Förderprogrammen für den Umstieg vom Winter- auf den Ganzjahresbetrieb	4
		Nutzung des Schutzstatus des Gebiets als Standortvorteil (z.B. Wandern, Schneeschuhwandern, geführte Vogeltouren anbieten in Naturschutzgebieten)	2
	Künstliche Skimatten	Verlängerung der Lebensdauer vorhandener Schlepplifte durch Skimatten und dadurch Vermeidung von Kosten für Erneuerung (z.B. Bau von Sessellift)	5
		Offenheit gegenüber innovativen Maßnahmen (z.B. Skimatten)	3
	Anpassung generell	Überlassung und Teilen von Infrastruktur zwischen Organisationen	3
		Kennenlernen und Besichtigungen von anderen Destinationen und Angeboten als Positivbeispiele	5

		Gästabefragungen für optimalen Zuschnitt der Angebote auf Zielgruppe	2	
		Enge Zusammenarbeit mit der DMO zur Nutzung von Synergieeffekten	2	
		Gründung eines gemeinnützigen Vereins, dessen Mitglieder auf freiwilliger Basis den Lift betreiben	3	
		Gesicherte Finanzierung von Maßnahmen (z.B. durch Gemeinde)	3 und 1	
Barriere für die Planung von Anpassungsmaßnahmen	Nachtskifahren	Kapazitätsgrenze des Skigebiets	3	
		Ganzjahresangebot/ Angebotsdiversifizierung	Konflikte mit Grundstückseigentümern, Behörden und Genehmigungsverfahren, Kompensationsverordnungen	5
			Starkes Konkurrenzangebot (z.B. Mountainbike)	3
			Zielgruppeneignung (z.B. Mountainbike sind nicht für die ganze Familie geeignet im Gegensatz zu Ski- oder Schlittenfahren)	3
			Fehlendes Vertrauen in Eigenverantwortung der Unternehmer seitens der Gemeinde	5
			Künstliche Skimatten	Bedenken wegen Plastikabrieb
			Mangelnde Überzeugung der Eignung als Schneeeersatz	5 und 4
		Erweiterung des Skigebiets	Erweiterungsverbot durch Naturschutz, Gesetze, Regularien	2
		Beschneigung	Schlechter Ruf in der Bevölkerung	3
			Langwierige und kostspielige Genehmigungen	3
	Anpassung allgemein	Fehlende Freiwillige und Mitarbeiter erschweren die Planung von Anpassungsmaßnahmen	3	
		Bürokratie	3	
		Hohe geforderte Mindestinvestitionen bei Förderprogrammen, die für kleine Skigebiete nicht stemmbar sind	1	
		Nachfolgeproblem (z.B. werden neue Projekte/Anpassungsmaßnahmen sowie Investitionen in die Zukunft gar nicht erst geplant, da die Betreiber von Skigebieten in den Ruhestand gehen und die Nachfolge nicht geklärt ist)	1	

Quelle: eigene Erhebung

Das Nachtskifahren, eine Anpassungsmaßnahme zur Verlängerung der Nutzungsdauer der Skipisten bei guten Schneeverhältnissen, wird nicht in jedem Skigebiet als Anpassung an den Klimawandel betrachtet. Vielmehr dient es häufig als zusätzliches Angebot für die lokale Bevölkerung, die erst am Abend Zeit zum Skifahren haben. Für Skigebiete, die die Einführung von Nachtskilauf planen, könnte eine Zusammenarbeit z.B. mit dem Profisport ein hilfreicher Impuls für die

Umsetzung sein. Dadurch lassen sich Kapazitäten bündeln (Interview C) und neue Finanzierungsmöglichkeiten erschließen (Interview G). Als Treiber für die Einführung des Nachtskifahrens erweisen sich weiterhin die vergleichsweise geringen Investitionskosten für die Installation von Flutlichtanlagen (Interview B) sowie das Vorhandensein geeigneter Pisten, bei denen die Installation von Flutlicht und der Nachtbetrieb möglich sind, ohne die Anwohnenden oder die Tierwelt zu stören (Interview G). Als Barrieren werden die intensiven laufenden Stromkosten für den Betrieb (Interview C) sowie Konflikte mit den Grundstückseigentümern (Interview A) angeführt.

Zwei der kleineren Skigebiete nennen die Möglichkeit, auch bei geringen Schneemengen einen Skibetrieb anbieten zu können, als entscheidenden Vorteil im Hinblick auf den Rückgang der Schneemengen (Interviews A und C). Eine wichtige Rolle dabei spielt die Pistenpräparation. Trotz bestehender Unsicherheiten darüber, ob sich der Aufwand lohnt, die Pisten im Voraus zu präparieren, bevor wärmere Temperaturen den präparierten Schnee möglicherweise schmelzen lassen, trägt die Pistenpräparation dazu bei, natürlichen Schnee zu verdichten und gleichmäßig auf der Piste zu verteilen. Die Investitionen in geeignete Präparationsfahrzeuge ist für kleinere Skigebiete teilweise eine Herausforderung. Eine in den Interviews erwähnte Behelfsmaßnahme besteht darin, dass ansässige Landwirte mit ihren Traktoren unterstützen oder improvisierte Lösungen mit umgebauten Motorschlitten zum Einsatz kommen (Interviews A und C).

Ganzjährig verfügbare Angebote sowie ein breiteres Spektrum an Aktivitäten, das Gästen im Winter auch bei Schneemangel und Schlechtwetter zur Verfügung steht, spielen für viele Skigebiete eine zentrale Rolle im Klimawandelanpassungsprozess. Wenn solche Angebote von der Nachfrageseite aktiv nachgefragt werden, z.B. von Familien, die ein breiteres Spektrum an Aktivitäten für Kinder wünschen, ist dies ein wichtiger Treiber für die Planung entsprechender Maßnahmen (Interviews D und G). Gästebefragungen sind darüber hinaus ein hilfreiches Mittel, um Angebote zu entwickeln, die auf die Nachfrage abgestimmt sind und qualitativ hochwertige Produkte ermöglichen (Interview F).

In einem Interview wird der Erfahrungsaustausch mit anderen Skigebieten und das Kennenlernen von positiven Beispielen in anderen Destinationen als hilfreich für die Planung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen hervorgehoben (Interviews G). Im Kontext der Umstellung von Winter- auf einen Ganzjahresbetrieb werden zum einen das Vorhandensein von Fördermitteln als nützliche Unterstützung genannt, zum anderen die Lage des Skigebietes. Liegt das Skigebiet in einer landschaftlich reizvollen Umgebung oder einem Schutzgebiet (z.B. Naturschutzgebiet), sind dies Treiber, die die Planung von einem breiteren (Ganzjahres)Angebot fördern können (Interviews D und F). Für die Planung von Ganzjahrestourismus und Angebotsdiversifizierung ist essenziell, dass die angebotenen Aktivitäten zur Zielgruppe passen. Ein Beispiel hierfür ist das

Mountainbiken, das in einem Familienskigebiet nicht unbedingt als zielführende Alternative bei Schneemangel angesehen werden kann. Mountainbiken, insbesondere das Downhillfahren, stellt für viele Erwachsene eine größere Hürde beim Erlernen dar, während Skifahren häufig schon im Kindesalter erlernt wurde. Im Gegensatz dazu stellt das Schlittenfahren eine besonders niederschwellige Aktivität dar, da es ohne Vorkenntnisse oder umfangreiches Equipment für alle Altersgruppen geeignet ist (Interview A). Zudem muss bei der Entwicklung von Ganzjahresangeboten die Konkurrenzsituation berücksichtigt werden, die insbesondere im Bereich Mountainbiking in österreichischen Destinationen bereits sehr stark ausgeprägt ist und die Zielgruppe zu langen Anfahrtswegen bereits ist (Interview A). Ein Interviewpartner berichtet von einer im Skigebiet installierte Sommerrodelbahn, die bei geeignetem Wetter auch ganzjährig genutzt werden kann. Der Umbau von der Sommer- zur Winternutzung wurde von Baubeginn an mitgedacht und ist heute ein wichtiges Standbein im Hinblick auf die Ganzjahresnutzung des Skigebietes (Interview D). Auch bei einer anderen interviewten Bergbahn, die im Winter Skifahrer:innen und das ganze Jahr über Besucher:innen und Wander:innen auf den Berg befördert, wurde von Beginn an die Sommernutzung mitgedacht. Dies erweist sich heute im Hinblick auf den Klimawandel als nützlicher Treiber für den Ganzjahrestourismus (Interview G). Als konkrete Umsetzungsschwierigkeiten und hinderlich für die Planung von Ganzjahrestourismus und alternativen Aktivitätsangeboten zum Skifahren werden Konflikte mit Grundstückseigentümern und anderen Nutzungsparteien, langwierige Genehmigungsverfahren, Bürokratie sowie das fehlende Vertrauen der Behörden in die Eigenverantwortung der Unternehmer herausgestellt (Interviews A, B und G).

Barrieren bei der Planung von technischen Beschneiungsanlagen sind langwierige und kostspielige Genehmigungsverfahren sowie der allgemein eher negative Ruf der Beschneigung in der gesellschaftlichen Wahrnehmung (Interview A). In einem Fall diente die Nutzung des Lifts durch den Leistungssport als Basis für die finanzielle Förderung für die Anschaffung einer Beschneiungsanlage (Interview E). Generell wird die gesicherte Finanzierung von konkreten Vorhaben, sei es durch Fördermittel oder durch Unterstützung seitens der Gemeinde, als wesentlicher Treiber für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel genannt (Interview C). Als problematisch wird vor allem von den kleineren Skigebietsbetreibern berichtet, dass manche Fördermittel hohe Mindestinvestitionen voraussetzen, die für kleinere Betriebe nicht leistbar sind und somit diese Förderquelle von vornherein ausscheidet (Interview B).

Eine Alternative zur Beschneigung bei Schneemangel sind künstliche Skimatten. Bedenken hinsichtlich des möglichen Kunststoffabriebs und vor allem die mangelnde Überzeugung der Skigebietsbetreiber hinsichtlich der Eignung von Skimatten als Schneeeersatz und des Fahrgefühls sind Barrieren, die die Diskussion um Skimatten als Klimaanpassungsmaßnahme von vornherein

einschränken (Interviews A, C, D, E G). Der personalintensive Auf- und Abbau von Skimatten ist eine konkrete Umsetzungsbarriere (Interview B). Zeigt sich ein Skigebiet offen gegenüber Innovationen, wie beispielsweise Skimatten, kann dies jedoch generell als Treiber für die Planung von Anpassungsmaßnahmen positive Effekte haben und eröffnet einen Spielraum für Synergieeffekte. So wird beispielsweise berichtet, dass sich Skimatten gut eignen, um z.B. eine Schlepplifttrasse auszulegen, die normalerweise aufgrund ihrer geringen Höhenlage und mangels Naturschnee beschneit und präpariert werden muss. So kann mit Hilfe der Skimatten die Lebensdauer von Schleppliften verlängert werden und somit Kosten für den Bau eines neuen Sessellifts umgangen werden (Interviews C und G).

Als Barrieren bei der Umsetzung von Skigebietserweiterungen zur Erschließung schneesicherer Gebiete werden insbesondere der Naturschutz, anderweitige Gesetze und Regularien genannt, die eine Erweiterung von Pisten oder den Bau von neuen Liften einschränken (Interview G). Fehlende Freiwillige und Mitarbeiter erschweren überdies die Planung von Anpassungsmaßnahmen (Interview C). Ein weiteres Hindernis für die Initiative und das Anstoßen von Anpassungsmaßnahmen ist die ungeklärte Nachfolge der Skigebietsleitung. Viele Betreiber von Skigebieten sind schon im Rentenalter und es fehlt an einer nachrückenden Führungsgeneration, die die Planung von Anpassungsmaßnahmen übernimmt (Interview B).

Als generell hilfreich für die Umsetzung von Klimawandelanpassungsstrategien sind der Zusammenschluss unterschiedlicher Akteure innerhalb einer Destination sowie das Nutzen von Synergieeffekten. Dies umfasst beispielsweise die Überlassung und Teilen von Infrastruktur zwischen Organisationen, was von einem Skigebiet positiv hervorgehoben wird, da es Kosten einspart (Interview A).

Insbesondere auf der freiwilligen Mitarbeit und dem Engagement von Einheimischen basiert die Existenz einiger kleinen Skigebiete (Interviews A und C). Interviewpartner berichten, dass manche Skigebiete an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen, wenn es mehr Schneefälle gibt als im Durchschnitt (Interview A). Aus den Interviews mit den eher schneeunsicheren und kleinen Skigebieten, die häufig aus einem Einzellift oder sehr wenig Liften bestehen, geht hervor, dass die Motivation für den Betrieb dieser Lifte vor allem darin liegt, die Tradition des Skifahrens im Ort zu bewahren. Zudem soll es den Kindern in den Gemeinden ermöglicht werden, kostengünstig und ortsnah Skifahren zu lernen. Diese Skigebiete betonen, dass der Betrieb nur so lange fortgeführt werden kann, wie es bei sinkenden Schneemengen wirtschaftlich vertretbar ist. Skigebiete aus den Clustern 1 und 3 geben an, dass aufgrund der begrenzten finanziellen Mittel der Betrieb ohne größere Anpassungsmaßnahmen nur noch so lange aufrechterhalten werden soll, wie es der Klimawandel und die wirtschaftliche Situation erlauben. (Interviews A, B und C).

6 Zusammenfassung und Fazit

Die Literaturanalyse zu den Gesundheitseffekten des Wintersports in AP1 zeigt, dass die Ausübung von Wintersportarten zwar zu negativen Effekten auf die Gesundheit führen kann, beispielsweise durch Unfälle oder Verletzungen, aber auch eine Vielzahl positiver Effekte für die Sportler:innen bietet. Dazu gehören eine Reihe positiver Effekte auf die physische und psychische Gesundheit. Obwohl viele dieser Vorteile auch durch andere Formen der körperlichen Aktivität in der Natur erzielt werden können, vereint insbesondere der Wintersport viele Aspekte, die sich positiv auf die Gesundheit des Menschen auswirken. Wintersportspezifische Vorteile sind beispielsweise, dass das alpine Skifahren als mittelintensive Betätigung und Intervallkraftausdauersportart den gesamten Tag ausgeübt wird. Weiter zu nennen sind höhenspezifische Vorteile des Skifahrens, das soziale Miteinander beim Skifahren sowie der positive Einfluss von Schnee auf den Menschen. Da sich bei Wintersporturlauber:innen die Belastungsphase allerdings häufig auf die Dauer eines Wintersporturlaubes beschränkt, sind bei Wintersporturlauber:innen die positiven Effekte im Vergleich zur regelmäßigen Ausübung von Wintersport zeitlich beschränkt. Insbesondere für die ansässige Bevölkerung und regelmäßige Wintersportler:innen kann der Wintersport aber ein bedeutender Aspekt für die Verbesserung der Gesundheit darstellen. Die Forschung zu den positiven Gesundheitseffekten von Wintersporttourismus ist bis auf die in AP1 beschriebenen Teilaspekte noch lückenhaft. Zukünftige Forschung sollte daher unter anderem untersuchen, welche spezifischen Aspekte des Wintersporttourismus für die positiven Effekte entscheidend sind, um gezieltere gesundheitstouristische Angebote zu entwickeln. Es fehlen darüber hinaus Belege für die Langfristigkeit der gemessenen positiven Effekte.

Die Literaturanalyse in AP2 zeigt, dass der Klimawandel bereits spürbare Auswirkungen auf den Wintersporttourismus in Bayern hat, insbesondere in tiefer gelegenen Regionen, wo die Schneesicherheit belegbar abnimmt. In höheren Lagen sind die Auswirkungen bisher weniger gravierend, jedoch ist auch hier ein Rückgang zu erwarten, da der Niederschlag zunehmend als Regen fällt und die Schneefallgrenze ansteigt. Die technische Beschneigung gewinnt zunehmend an Bedeutung, es fallen jedoch Kosten durch die hierfür nötigen Investitionen und durch hohe Betriebskosten an, was insbesondere die kleinen Skigebiete belastet. Schneesicherere Gebiete profitieren vorerst, könnten jedoch durch steigende Besucherzahlen vor Herausforderungen stehen. Werden die steigenden Kosten an die Nachfrageseite weitergegeben, kann die Kostensteigerung im Wintersport dazu führen, dass das Segment elitärer wird und die positiven Gesundheitseffekte zunehmend nur einem zahlungskräftigen Klientel zugutekommen. Neben Abfahrtski ist auch der Skilanglauf zunehmend vom Klimawandel betroffen, wobei alternative Wintersportarten wie Skitouren oder Schlittenfahren durch die Flexibilität der Ausübung geringfügig anpassungsfähiger

sind. Somit lassen sich die positiven Gesundheitseffekte des Wintersports in Bayern durch die negativen Einflüsse des Klimawandels als bedroht beschreiben, sollten keine Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Die Analyse der möglichen Anpassungsmaßnahmen in AP3 zeigt, dass grundsätzlich eine Reihe unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen existieren, die Skigebiete umsetzen können, um sich an Schneemangel und höhere Temperaturen anzupassen und somit dem Verlust der positiven Gesundheitseffekte des WST entgegenzuwirken. Die Erfolgsaussichten von Anpassungsmaßnahmen für ein bestimmtes Skigebiet hängen jedoch stark von individuellen Faktoren ab und müssen daher im Einzelfall geprüft werden. Die in AP3 durchgeführte Analyse des Status quos liefert ein nach unterschiedlichen Skigebietstypen (Cluster) differenziertes Bild der aktuellen Anpassungslage, die angesichts der Heterogenität der bayerischen Skigebiete unterschiedlich ausfällt. Die differenzierte Betrachtung der Treiber und Barrieren hilft Entscheidungsträgern aus Politik, Destinationsmanagement und Skigebietsbetreibern dabei, mögliche Barrieren zu erkennen und abzubauen sowie förderliche Faktoren gezielt zu stärken.

Zu den möglichen Anpassungsmaßnahmen gehören Schutzmaßnahmen für natürlichen und technisch erzeugtem Schnee, die Erschließung von neuem Terrain, die Modifikation des Angebots, betriebswirtschaftliche Maßnahmen die Verluste durch den Klimawandel ausgleichen, sowie technische Maßnahmen. Viele Skigebiete setzen bereits einige dieser Maßnahmen um bzw. planen dies zu tun. Dennoch zeigt die Online-Befragung im Rahmen der Status quo-Analyse deutliche Unterschiede zwischen den Skigebieten nach Clustern in Bezug auf ihre Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Technische Beschneigung und Pistenpräparation sind in allen Clustern weit verbreitet und Skigebiete profitieren von vorhandenen Wasserquellen im Skigebiet sowie von Fördergeldern bei der Umsetzung von technischer Beschneigung als Klimawandelanpassungsmaßnahme. Langwierige und kostspielige Genehmigungsverfahren sowie ein allgemein eher schlechter Ruf der Beschneigung in der gesellschaftlichen Wahrnehmung werden als Hindernisse bei der Umsetzung von technischer Beschneigung wahrgenommen. Die Nutzung von Skimatten ist bisher in allen Clustern noch wenig verbreitet, was zum einen auf die noch relativ kurze Zeitspanne zurückzuführen ist, in der diese Technologie auf dem Markt verfügbar ist. Zum anderen sind die interviewten Skigebietsbetreiber eher skeptisch über die Eignung der Skimatten als Schneeeersatz. Dabei gibt es erste Hinweise, dass Skimatten eine durchaus geeignete Maßnahme zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels in Skigebieten darstellen könnten. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Investitionskosten sind Skimatten für Skigebiete aller Cluster gut geeignet. Sinnvolle Ansätze für die Installation von Skimatten zeigen sich insbesondere für Kinder und Anfänger:innen, welche in vielen der bayerischen Skigebiete der Hauptzielgruppe

entsprechen. Darüber hinaus können Schleppliftrassen mit Skimatten ausgelegt werden, wodurch die zu beschneidende Fläche reduziert wird. Dies könnte möglicherweise auch die Notwendigkeit zusätzlicher Investitionen in Beschneigungsinfrastruktur oder die Modernisierung des Schlepplifts zu einem Sessellift obsolet machen. Skimatten können somit dazu beitragen, Energie und Kosten für die technische Beschneigung sowie Investitionskosten in Liftmodernisierungen zu reduzieren oder vermeiden. Mögliche negative Effekte der Skimatten, wie Plastikabrieb oder mangelnde Fahrqualität, müssen noch evaluiert werden.

Die Maßnahmen Angebotsdiversifizierung und der Ganzjahrestourismus sind besonders bei den Clustern "Underdogs" und "Big Players" bereits implementiert. In diesen Skigebieten werden Lifte häufig bereits ganzjährig nicht nur zum Transport der Skifahrenden genutzt wird, sondern auch für Ausflügler und Wanderer und es existiert bereits eine Infrastruktur aus anderen Attraktionen (z.B. eine fest installierte Sommer- und Winterrodelbahn, Indoor-Angebote oder geführte Naturwanderungen, die zu allen Jahreszeiten angeboten werden). Das frühzeitige Mitdenken der Möglichkeit zur Ganzjahresnutzung von Anlagen sowie das witterungsangepasste, flexible „Umswitchen“ von Winter- zu Ganzjahresnutzung erweist sich für Skigebiete dabei als Vorteil. Auch der Erfahrungsaustausch zwischen Destinationen und die Zusammenarbeit mit dem Destinationsmanagement trägt zu einer erfolgreichen Umsetzung von Angebotsdiversifizierung und Ganzjahrestourismus bei. Ein präzises Wissen über die Zielgruppe einer Destination sowie Gästebefragungen sind entscheidend, um ein Angebot zu entwickeln, das den Bedürfnissen der Nachfrageseite entspricht. Dies ermöglicht es der Destination, ein authentisches Angebot zu gestalten, das zur spezifischen Ausrichtung und Identität der Destination passt. Im Hinblick auf die identifizierten positiven Gesundheitseffekte des Wintersports für die lokale Bevölkerung und Gäste ist es für Skigebiete sicherlich sinnvoll, ein Angebot zu schaffen, das bei passenden Wetterbedingungen das Ausüben von Wintersport ermöglicht, bei fehlendem Schnee jedoch flexibel angepasst werden kann und Gästen und Einheimischen andere Angebote zur Ausübung von Sport und Bewegung in der Natur ermöglicht. Dabei empfiehlt es sich, die Lage von Skigebieten in Naturschutzgebieten nicht als Hemmnis für Erweiterungen oder Modernisierungen zu betrachten, sondern vielmehr als Chance, den Naturraum zu inszenieren und zusätzliche Angebote wie Naturlehrpfade oder geführte Wanderungen zu entwickeln.

Als Hemmnis für die Umsetzung von Ganzjahrestourismus wird von den interviewten Skigebieten die Bürokratie, das fehlende Vertrauen in die Eigenverantwortung der Skigebiete und langwierige Genehmigung für alternative Angebote zum Skifahren genannt. Für viele der kleineren Skigebiete bzw. Einzellifte (insbesondere Cluster „Schattenexistenz“ und „Liebhaberlifte“) fehlen finanzielle Mittel sowie Personal, um das Angebot ganzjährig zu erweitern, allerdings wird diese Maßnahme

vor allem aus Kapazitätsgründen oft grundsätzlich überhaupt nicht angestrebt. Einige dieser Ski-gebiete geben in diesem Kontext in den Interviews bzw. im Fragebogen an, die Aufgabe des Ski-gebietes in Erwägung zu ziehen. In den Interviews wird deutlich, dass viele der kleinen Skigebiete und insbesondere die Einzellifte ihren Betrieb nur noch so lange aufrechterhalten, wie es trotz Klimawandel möglich ist. Sobald jedoch der Schneemangel zu gravierend wird oder die Kosten für die Schneeerzeugung zu hoch werden, können diese Skigebiete voraussichtlich keinen Skibetrieb mehr anbieten. Besonders in diesen kleineren Orten, in denen die Identifikation mit dem ortseigenen Skilift besonders stark ist, sollten für die Zukunft Wege gefunden werden, den möglichen Wegfall der Skilifte zu kompensieren. Dabei gilt es, Alternativen zu schaffen, die es Kindern und Familien ermöglichen, generationenübergreifend Sport in der Natur zu betreiben, um damit die junge Generation für sportliche Aktivitäten zu begeistern und ihr die gesundheitlichen Vorteile von Bewegung in der Natur zu vermitteln.

Zusammengefasst existiert kein Königsweg für die Zukunft des Wintersporttourismus in Bayern. Stattdessen sind individuelle Strategien erforderlich, die auf einem Maßnahmenpaket zur Anpassung an den Klimawandel basieren und Alternativen zum klassischen Wintersport beinhalten. Diese sollten auf die Destination so zugeschnitten sein, dass sie authentisch wirken und den Bedürfnissen und Wünschen der jeweiligen Zielgruppe entsprechen. Es empfiehlt sich, ein breites Angebotsspektrum zu schaffen, das sich flexibel den Jahreszeiten bzw. dem Wetter anpassen und sich umweltverträglich umsetzen lässt.

Literaturverzeichnis

Aall, C.; Hall, C.; Groven, K. (2016): Tourism: Applying Rebound Theories and Mechanisms to Climate Change Mitigation and Adaptation. In: Tilman Santarius, Hans Jakob Walnum und Carlo Aall (Hg.): Rethinking Climate and Energy Policies. Cham: Springer International Publishing, S. 209–225.

Abegg, B.; Steiger, R.; Trawöger, L. (2017): Resilience and perceptions of problems in alpine regions. In: R. W. Butler (Hg.): Tourism and resilience. UK: CABI, S. 105–117.

Adler, C.; Wester, P.; Bhatt, I.; Huggel, C.; Insarov, G. E.; Morecroft, M. D. et al. (2022): Cross-Chapter Paper 5: Mountains. Cambridge, UK and New York, NY, USA (Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change).

APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. Austrian Assessment Report 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC). Wien.

Bausch, T. (2019): Climate change adaptation - a new strategy for a tourism community: a case from the Bavarian Alps. In: U. Pröbstl, H. Richins und S. Türk (Hg.): Winter tourism: trends and challenges. UK: CABI, S. 92–102.

Bausch, T.; Ludwigs, R.; Meier, S. (2017): Winter Tourism and Climate Change - Impacts and adaptation strategies.

Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection (Hg.) (2021a): Klimaanpassung in Bayern. Handbuch zur Umsetzung.

Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection (Hg.) (2021b): Klima-Report Bayern 2021. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten. Online verfügbar unter www.klima.bayern.de, zuletzt geprüft am 11.12.2023.

Bayerischer Landtag (2023): Seilbahnförderung und Förderung künstlicher Beschneigung in Bayern – Stand 2023. Schriftliche Anfrage des Abgeordneten Christian Zwanziger BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 09.01.2023 (18 / 26237). Online verfügbar unter https://www1.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP18/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/18_0026237.pdf, zuletzt geprüft am 28.08.2024.

Bayerisches Klimainformationssystem (Hg.) (2024): Klimatool der Zukunft. Bayerische Staatsregierung. Online verfügbar unter <https://klimainformationssystem.bayern.de/klimatool/klimader-zukunft>, zuletzt aktualisiert am 09.04.2024.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hg.) (2006): Skipistenuntersuchung Bayern - Landschaftsökologische Untersuchungen in den bayerischen Skigebieten - Endauswertung. Online verfügbar unter [https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:34,AARTxNR:lfu_nat_00102,AARTxNODENR:12433,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:34,AARTxNR:lfu_nat_00102,AARTxNODENR:12433,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X), zuletzt geprüft am 28.08.2024.

Bednar-Friedl, B.; Biesbroek, R.; Schmidt, D. N.; Alexander, P.; Børsheim, K. Y.; Carnicer, J. et al. (2023): Europe. IPCC. Cambridge, UK and New York, NY, USA (Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the).

Berard-Chenu, L.; François, H.; Morin, S. (2023): The deployment of snowmaking in the French ski tourism industry: a path development approach. In: *Current Issues in Tourism* 26 (23), S. 3853–3870. DOI: 10.1080/13683500.2022.2151876.

- Berghammer, A. Schmude, J. (2014): The Christmas—Easter Shift: Simulating Alpine Ski Resorts' Future Development under Climate Change Conditions Using the Parameter 'Optimal Ski Day'. In: *Tourism Economics* 20 (2), S. 323–336. DOI: 10.5367/te.2013.0272.
- Bratman, G. N.; Anderson, C. B.; Berman, M. G.; Cochran, B.; Vries, Sjerp de; Flanders, J. et al. (2019): Nature and mental health: An ecosystem service perspective. In: *Science advances* 5 (7), eaax0903. DOI: 10.1126/sciadv.aax0903.
- Browning, R. C.; Modica, J. R.; Kram, R.; Goswami, A. (2007): The effects of adding mass to the legs on the energetics and biomechanics of walking. In: *Medicine and science in sports and exercise* 39 (3), S. 515–525. DOI: 10.1249/mss.0b013e31802b3562.
- Buckley, R. C. (2019): Therapeutic mental health effects perceived by outdoor tourists: A large-scale, multi-decade, qualitative analysis. In: *Annals of Tourism Research* 77, S. 164–167. DOI: 10.1016/j.annals.2018.12.017.
- Buckley, R. C. (2023): Tourism and Mental Health: Foundations, Frameworks, and Futures. In: *Journal of Travel Research* 62 (1), S. 3–20. DOI: 10.1177/00472875221087669.
- Burtscher, M.; Nachbauer, W.; Kopp, M. (2018): Potential Health Benefits From Downhill Skiing. In: *Frontiers in physiology* 9, S. 1924. DOI: 10.3389/fphys.2018.01924.
- Burtscher, M.; Pachinger, O.; Ehrenbourg, I.; Mitterbauer, G.; Faulhaber, M.; Pühlinger, R.; Tkatchouk, E. (2004): Intermittent hypoxia increases exercise tolerance in elderly men with and without coronary artery disease. In: *International journal of cardiology* 96 (2), S. 247–254. DOI: 10.1016/j.ijcard.2003.07.021.
- Chen, C-C.; Petrick, J. F. (2013): Health and Wellness Benefits of Travel Experiences. In: *Journal of Travel Research* 52 (6), S. 709–719. DOI: 10.1177/0047287513496477.
- Chen, Yi; Lehto, Xinran Y.; Cai, Liping (2013): VACATION AND WELL-BEING: A STUDY OF CHINESE TOURISTS. In: *Annals of Tourism Research* 42, S. 284–310. DOI: 10.1016/j.annals.2013.02.003.
- Cholakova, S.; Dogramadjieva, E. (2023): Climate change adaptation in the ski industry: Stakeholders' perceptions regarding a mountain resort in Southeastern Europe. In: *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 42, S. 100611. DOI: 10.1016/j.jort.2023.100611.
- Clough, P.; Houge Mackenzie, S.; Mallabon, L.; Brymer, E. (2016): Adventurous Physical Activity Environments: A Mainstream Intervention for Mental Health. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 46 (7), S. 963–968. DOI: 10.1007/s40279-016-0503-3.
- Conde-Pipó, J.; Valenzuela-Barranco, I.; López-Moro, A.; Román-Alconchel, B.; Mariscal-Arcas, M.; Zurita-Ortega, F. (2022): Influence of Alpine Skiing on Health-Related Quality of Life and Physical Self-Concept in Physically Active Adults over 55 Years of Age. In: *Sports (Basel, Switzerland)* 10 (10). DOI: 10.3390/sports10100153.
- Copernicus Climate Change Service (2020): Mountain tourism meteorological and snow indicators for Europe from 1950 to 2100 derived from reanalysis and climate projections.
- Dannevig, H.; Gildestad, I. M.; Steiger, R.; Scott, D. (2021): Adaptive capacity of ski resorts in Western Norway to projected changes in snow conditions. In: *Current Issues in Tourism* 24 (22), S. 3206–3221. DOI: 10.1080/13683500.2020.1865286.
- Deutsche Bahn (Hg.) (2024): Garmischer Ski-Ticket. Online verfügbar unter <https://www.bahn.de/angebot/regio/bayern/garmischer-ski-ticket>, zuletzt geprüft am 28.08.2024.

Deutscher Alpenverein (2022): Bergunfallstatistik 2022. Absolute Unfallzahlen auf Höchststand - Zahl der Toten konstant. Online verfügbar unter <https://www.alpenverein.de/verband/bergsport/sicherheitsforschung/bergunfallstatistik/bergunfallstatistik-2022>, zuletzt geprüft am 20.08.2024.

Deutscher Wetterdienst (Hg.) (2013): Zahl der Tage mit mindestens 30 cm Schnee geht tendenziell zurück. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/_functions/aktuellemeldungen/130227_schneesicherheit.html, zuletzt geprüft am 21.08.2024.

Dilger, F.; Heigl, J. (2024): Beschneite Pisten: Wird in Bayern mit alten Zahlen argumentiert? Bayerischer Rundfunk. Online verfügbar unter <https://www.br.de/nachrichten/bayern/beschneite-pisten-wird-in-bayern-mit-alten-zahlen-argumentiert-ein-faktenfuchs,U8Jv6Y4>, zuletzt geprüft am 28.08.2024.

Downward, P.; Rasciute, S. (2011): Does sport make you happy? An analysis of the well-being derived from sports participation. In: *International Review of Applied Economics* 25 (3), S. 331–348. DOI: 10.1080/02692171.2010.511168.

Düwell, K. (2015): Verletzungsmuster und Verletzungsrisiko im alpinen Wintersport am Beispiel der Skiregion Oberstdorf. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität München, München. Medizinische Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Online verfügbar unter https://edoc.ub.uni-muenchen.de/18457/1/Duewell_Klaus_Johannes.pdf, zuletzt geprüft am 20.08.2024.

Eigenschenk, B.; Thomann, A.; McClure, M.; Davies, L.; Gregory, M.; Dettweiler, U.; Inglés, E. (2019): Benefits of Outdoor Sports for Society. A Systematic Literature Review and Reflections on Evidence. In: *International journal of environmental research and public health* 16 (6). DOI: 10.3390/ijerph16060937.

Faulhaber, M.; Flatz, M.; Gatterer, H.; Schobersberger, W.; Burtscher, M. (2007): Prevalence of cardiovascular diseases among alpine skiers and hikers in the Austrian Alps. In: *High altitude medicine & biology* 8 (3), S. 245–252. DOI: 10.1089/ham.2007.1005.

Finkenzeller, T.; Müller, E.; Würth, S.; Amesberger, G. (2011): Does a skiing intervention influence the psycho-social characteristics of the elderly? In: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 21 Suppl 1, S. 69–75. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01344.x.

François, H.; Samacoïts, R.; Bird, D.; Köberl, J.; Pretenthaler, F.; Morin, S. (2023): Climate change exacerbates snow-water-energy challenges for European ski tourism. In: *Nat. Clim. Chang.* DOI: 10.1038/s41558-023-01759-5.

Frochot, I.; Elliot, S.; Kreziak, D. (2017): Digging deep into the experience – flow and immersion patterns in a mountain holiday. In: *IJCTHR* 11 (1), S. 81–91. DOI: 10.1108/IJCTHR-09-2015-0115.

Frumkin, H.; Bratman, G. N.; Breslow, S. J.; Cochran, B.; Kahn, P. H.; Lawler, J. J. et al. (2017): Nature Contact and Human Health: A Research Agenda. In: *Environmental health perspectives* 125 (7), S. 75001. DOI: 10.1289/EHP1663.

Gladwell, Valerie F.; Brown, Daniel K.; Wood, Carly; Sandercock, Gavin R.; Barton, Jo L. (2013): The great outdoors: how a green exercise environment can benefit all. In: *Extreme physiology & medicine* 2 (1), S. 3. DOI: 10.1186/2046-7648-2-3.

Gobiet, A.; Kotlarski, S.; Beniston, M.; Heinrich, G.; Rajczak, J.; Stoffel, M. (2014): 21st century climate change in the European Alps--a review. In: *The Science of the total environment* 493, S. 1138–1151. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.07.050.

- Gupta, A.; Sharma, P. K.; Garg, V. K.; Singh, A. K.; Mondal, S. C. (2013): Role of serotonin in seasonal affective disorder. In: *European review for medical and pharmacological sciences* 17 (1), S. 49–55.
- Haanpää, S.; Juhola, S.; Landauer, M. (2015): Adapting to climate change: perceptions of vulnerability of down-hill ski area operators in Southern and Middle Finland. In: *Current Issues in Tourism* 18 (10), S. 966–978. DOI: 10.1080/13683500.2014.892917.
- Hartl, L.; Fischer, A.; Olefs, M. (2018): Analysis of past changes in wet bulb temperature in relation to snow making conditions based on long term observations Austria and Germany. In: *Global and Planetary Change* 167, S. 123–136. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2018.05.011.
- Helmenstein, C.; Kleissner, A.; Moser, B. (2007): Der Bergsport in Österreich. Studie im Auftrag des Bundeskanzleramtes, Sektion Sport. SportsEconAustria; Institut für Sportökonomie, Wien.
- Hjuler, K.; Bay, B. (2016): Mountain medicine - an introduction. I. In: *Ugeskrift for læger* 178 (44).
- Hopkins, D.; Maclean, K. (2014): Climate change perceptions and responses in Scotland's ski industry. In: *Tourism Geographies* 16 (3), S. 400–414. DOI: 10.1080/14616688.2013.823457.
- Houge Mackenzie, S.; Hodge, Ken; Filep, S. (2023): How does adventure sport tourism enhance well-being? A conceptual model. In: *Tourism Recreation Research* 48 (1), S. 3–16. DOI: 10.1080/02508281.2021.1894043.
- Iglseder, B.; Markworth, J. F.; Watson, G.; Choo, H. C.; Govus, A. (2015): Regular postexercise cooling enhances mitochondrial biogenesis through AMPK and p38 MAPK in human skeletal muscle. In: *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology* 309 (3), R286-94. DOI: 10.1152/ajpregu.00031.2015.
- IPCC (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hg. v. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kahn, J. F.; Jouanin, J. C.; Bruckert, E.; Guezennec, C. Y.; Monod, H. (1996): Physiological effects of downhill skiing at moderate altitude in untrained middle-aged men. In: *Wilderness & Environmental Medicine* 7 (3), S. 199–207. DOI: 10.1580/1080-6032(1996)007[0199:PEODSA]2.3.CO;2.
- Kaján, E.; Saarinen, J. (2013): Tourism, climate change and adaptation: a review. In: *Current Issues in Tourism* 16 (2), S. 167–195. DOI: 10.1080/13683500.2013.774323.
- Kühne, D. (2023): Kunststoff statt Schnee: Plastik-Piste im Grünen. Online verfügbar unter <https://www.br.de/nachrichten/bayern/kunststoff-statt-schnee-plastik-piste-im-gruenen>, TTODVPz, zuletzt aktualisiert am 20.01.2023, zuletzt geprüft am 22.10.2024.
- Landauer, M.; Sievänen, T.; Neuvonen, M. (2009): Adaptation of Finnish cross-country skiers to climate change. In: *International Journal of Geography* 187 (2), S. 99–113.
- Lee, W. C.; Chen, J. J.; Ho, H. Y.; Hou, C. W.; Liang, M. P.; Shen, Y. W.; Kuo, C. H. (2003): Short-term altitude mountain living improves glycemic control. In: *High altitude medicine & biology* 4 (1), S. 81–91. DOI: 10.1089/152702903321489013.
- Malasevska, I.; Haugom, E.; Lien, G. (2017): Optimal weather discounts for alpine ski passes. In: *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 20, S. 19–30. DOI: 10.1016/j.jort.2017.09.002.

- Mammen, G.; Faulkner, G. (2013): Physical activity and the prevention of depression: a systematic review of prospective studies. In: *American journal of preventive medicine* 45 (5), S. 649–657. DOI: 10.1016/j.amepre.2013.08.001.
- Miller, J. R. (2005): Biodiversity conservation and the extinction of experience. In: *Trends in ecology & evolution* 20 (8), S. 430–434. DOI: 10.1016/j.tree.2005.05.013.
- Mirehie, M.; Gibson, H. J. (2020): The relationship between female snow-sport tourists' travel behaviors and well-being. In: *Tourism Management Perspectives* 33, S. 100613. DOI: 10.1016/j.tmp.2019.100613.
- Morin, S.; Samacoits, R.; François, H.; Carmagnola, C. (2021): Pan-European meteorological and snow indicators of climate change impact on ski tourism. In: *Climate services* 22, S. 100215. DOI: 10.1016/j.cliser.2021.100215.
- Morrison, C.; Pickering, M. (2013): Perceptions of climate change impacts, adaptation and limits to adaption in the Australian Alps: the ski-tourism industry and key stakeholders. In: *Journal of Sustainable Tourism* 21 (2), S. 173–191. DOI: 10.1080/09669582.2012.681789.
- Nagle, K. B. (2015): Cross-Country Skiing Injuries and Training Methods. In: *Current Sports Medicine Reports* 14 (6), S. 442–447. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000205.
- Nawijn, J. (2011): Happiness Through Vacationing: Just a Temporary Boost or Long-Term Benefits? In: *J Happiness Stud* 12 (4), S. 651–665. DOI: 10.1007/s10902-010-9221-y.
- Neuvonen, M.; Sievänen, T.; Fronzek, S.; Lahtinen, I.; Veijalainen, N.; Carter, R. (2015): Vulnerability of cross-country skiing to climate change in Finland – An interactive mapping tool. In: *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 11, S. 64–79. DOI: 10.1016/j.jort.2015.06.010.
- Niebauer, J.; Burtscher, M. (2021): Sudden Cardiac Death Risk in Downhill Skiers and Mountain Hikers and Specific Prevention Strategies. In: *International journal of environmental research and public health* 18 (4). DOI: 10.3390/ijerph18041621.
- Niedermeier, M.; Einwanger, J.; Hartl, A.; Kopp, M. (2017a): Affective responses in mountain hiking-A randomized crossover trial focusing on differences between indoor and outdoor activity. In: *PloS one* 12 (5), e0177719. DOI: 10.1371/journal.pone.0177719.
- Niedermeier, M.; Hartl, A.; Kopp, M. (2017b): Prevalence of Mental Health Problems and Factors Associated with Psychological Distress in Mountain Exercisers: A Cross-Sectional Study in Austria. In: *Frontiers in psychology* 8, S. 1237. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01237.
- Olefs, M.; Fischer, A.; Lang, J. (2010): Boundary Conditions for Artificial Snow Production in the Austrian Alps*. In: *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 49 (6), S. 1096–1113. DOI: 10.1175/2010JAMC2251.1.
- Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit (2023): analyse:berg Winter 2022/23. 24. Ausgabe.
- Pedersen, B. K.; Saltin, B. (2015): Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. In: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 25 Suppl 3, S. 1–72. DOI: 10.1111/sms.12581.
- Pichler, C.; Freidl, J.; Bischof, M.; Kiem, M.; Weißböck-Erdheim, R.; Huber, D. et al. (2022): Mountain Hiking vs. Forest Therapy: A Study Protocol of Novel Types of Nature-Based Intervention. In: *International journal of environmental research and public health* 19 (7). DOI: 10.3390/ijerph19073888.

- Pichler, C.; Hartl, A. J.; Weisböck-Erdheim, R.; Bischof, M. (2023): Medical Evidence of Alpine Natural Resources as a Base for Health Tourism. In: Daniele Spoladore, Elena Pessot und Marco Sacco (Hg.): Digital and Strategic Innovation for Alpine Health Tourism. Cham: Springer International Publishing (SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology), S. 1–30.
- Pröbstl, U.; Richins, H.; Türk, S. (Hg.) (2019): Winter tourism: trends and challenges. UK: CABI.
- Prosegger, J.; Huber, D.; Grafetstätter, C.; Pichler, C.; Weisböck-Erdheim, R.; Iglseider, B. et al. (2019): Effects of moderate mountain hiking and balneotherapy on community-dwelling older people: A randomized controlled trial. In: *Experimental gerontology* 122, S. 74–84. DOI: 10.1016/j.exger.2019.04.006.
- Schlemmer, P.; Blank, C.; Schnitzer, M. (2019): Does Physical Activity during Alpine Vacations increase Tourists' Well-Being? In: *International journal of environmental research and public health* 16 (10). DOI: 10.3390/ijerph16101707.
- Schobersberger, W.; Leichtfried, V.; Mueck-Weymann, M.; Humpeler, E. (2010): Austrian Moderate Altitude Studies (AMAS): benefits of exposure to moderate altitudes (1,500–2,500 m). In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 14 (3), S. 201–207. DOI: 10.1007/s11325-009-0286-y.
- Schobersberger, W.; Schmid, P.; Lechleitner, M.; Duvillard, S. P. von; Hörtnagl, H.; Gunga, H-C. et al. (2003): Austrian Moderate Altitude Study 2000 (AMAS 2000). The effects of moderate altitude (1,700 m) on cardiovascular and metabolic variables in patients with metabolic syndrome. In: *European journal of applied physiology* 88 (6), S. 506–514. DOI: 10.1007/s00421-002-0736-8.
- Schrot, O.; Christensen, J.; Formayer, H. (2019): Greenland winter tourism in a changing climate. In: *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 27, S. 100224. DOI: 10.1016/j.jort.2019.100224.
- Schulz, D. (2023): Unfälle & Verletzungen im alpinen Skisport. Zahlen und Trends 2022/2023. Hg. v. ASU Auswertungsstelle für Skiunfälle und Stiftung Sicherheit im Skisport (SIS). Düsseldorf. Online verfügbar unter www.stiftung.ski/sis-lab/asu-unfallanalyse, zuletzt geprüft am 20.08.2024.
- Scott, D.; Knowles, N.; Steiger, R. (2022): Is snowmaking climate change maladaptation? In: *Journal of Sustainable Tourism*, S. 1–22. DOI: 10.1080/09669582.2022.2137729.
- Scott, D.; McBoyle, G. (2007): Climate change adaptation in the ski industry. In: *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 12 (8), S. 1411–1431. DOI: 10.1007/s11027-006-9071-4.
- Shanahan, D. F.; Franco, L.; Lin, B. B.; Gaston, K. J.; Fuller, R. A. (2016): The Benefits of Natural Environments for Physical Activity. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 46 (7), S. 989–995. DOI: 10.1007/s40279-016-0502-4.
- Spandre, P.; François, H.; Morin, S.; George-Marcelpoil, E. (2015): Snowmaking in the French Alps. In: *rga* (103-2). DOI: 10.4000/rga.2913.
- Spandre, P.; François, H.; Verfaillie, D.; Pons, M.; Vernay, M.; Lafaysse, M. et al. (2019): Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French Alps: relevance of snowmaking as a technical adaptation. In: *The Cryosphere* 13 (4), S. 1325–1347. DOI: 10.5194/tc-13-1325-2019.
- Steckenbauer, G.; Tischler, S.; Hartl, A.; Pichler, C. (Hg.) (2017): The Routledge handbook of health tourism. Unter Mitarbeit von László. Puczkó und Melanie Kay Smith. London, New York: Routledge. Online verfügbar unter <https://www.taylorfrancis.com/books/9781315693774>.
- Steiger, R.; Abegg, B. (2018): Ski Areas' Competitiveness in the Light of Climate Change: Comparative Analysis in the Eastern Alps. In: Dieter K. Müller und Marek Więckowski (Hg.): Tourism

in Transitions. Cham: Springer International Publishing (Geographies of Tourism and Global Change), S. 187–199.

Steiger, R.; Damm, A.; Prettenthaler, F.; Pröbstl-Haider, U. (2021): Climate change and winter outdoor activities in Austria. In: *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 34, S. 100330. DOI: 10.1016/j.jort.2020.100330.

Steiger, R.; Knowles, N.; Pöll, K.; Ruddy, M. (2022): Impacts of climate change on mountain tourism: a review. In: *Journal of Sustainable Tourism*, S. 1–34. DOI: 10.1080/09669582.2022.2112204.

Steiger, R. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im bayerischen Alpenraum. Studie im Auftrag des Deutschen Alpenvereins. Unter Mitarbeit von Hans Stöttner und Eric Veuliet. Universität Innsbruck, Institut für Geographie; alpS GmbH. Innsbruck.

Steiger, R.; Scott, D. (2020): Ski tourism in a warmer world: Increased adaptation and regional economic impacts in Austria. In: *Tourism Management* 77, S. 104032. DOI: 10.1016/j.tourman.2019.104032.

Steiger, R.; Scott, D.; Abegg, B.; Pons, M. (2019): A critical review of climate change risk for ski tourism. In: *Current Issues in Tourism* 22 (11), S. 1343–1379. DOI: 10.1080/13683500.2017.1410110.

Stöggl, T.; Schwarzl, C.; Müller, E. E.; Nagasaki, M.; Stöggl, J.; Scheiber, P. et al. (2016): A Comparison between Alpine Skiing, Cross-Country Skiing and Indoor Cycling on Cardiorespiratory and Metabolic Response. In: *Journal of Sports Science & Medicine* 15 (1), S. 184–195.

Stöggl, T.; Schwarzl, C.; Müller, E. E.; Nagasaki, M.; Stöggl, J.; Schönfelder, M.; Niebauer, J. (2017): Alpine Skiing as Winter-Time High-Intensity Training. In: *Medicine and science in sports and exercise* 49 (9), S. 1859–1867. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001289.

Strapazzon, G.; Schweizer, J.; Chiambretti, I.; Brodmann Maeder, M.; Brugger, H.; Zafren, K. (2021): Effects of Climate Change on Avalanche Accidents and Survival. In: *Frontiers in physiology* 12, S. 639433. DOI: 10.3389/fphys.2021.639433.

Thompson Coon, J.; Boddy, K.; Stein, K.; Whear, R.; Barton, J.; Depledge, M. H. (2011): Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental wellbeing than physical activity indoors? A systematic review. In: *Environmental science & technology* 45 (5), S. 1761–1772. DOI: 10.1021/es102947t.

Thornton, T. F.; Combetti, C. (2017): Synergies and trade-offs between adaptation, mitigation and development. In: *Climatic Change* 140 (1), S. 5–18. DOI: 10.1007/s10584-013-0884-3.

Tosi, P.; Leonardi, A.; Schena, F. (2009): The energy cost of ski mountaineering: effects of speed and ankle loading. In: *The Journal of sports medicine and physical fitness* 49 (1), S. 25–29.

Tranos, E.; Davoudi, S. (2014): The Regional Impact of Climate Change on Winter Tourism in Europe. In: *Tourism Planning & Development* 11 (2), S. 163–178. DOI: 10.1080/21568316.2013.864992.

Umweltbundesamt (Hg.) (2021): Folgen des Klimawandels für den Tourismus in den deutschen Alpen- und Mittelgebirgsregionen und Küstenregionen sowie auf den Badetourismus und flussbegleitende Tourismusformen. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>, zuletzt geprüft am 11.12.2023.

Umweltbundesamt (Hg.) (2023): Klimawandel und Tourismus. Klimainformationssystem deutscher Reisegebiete. Online verfügbar unter <https://gis.uba.de/maps/resources/apps/tourismus/index.html?lang=de>, zuletzt geprüft am 22.08.2024.

Verband Deutscher Seilbahnen und Schlepplifte e.V. (2024): Beschneite Flächen. Online verfügbar unter <https://web.archive.org/web/20240322102129/https://www.seilbahnen.de/beschneigung/#1598976467663-dcc44cb9-700c>, zuletzt geprüft am 28.08.2024.

Witting, M.; Filimon, S.; Kevork, S. (2021): Carry along or not? Decision-making on carrying standard avalanche safety gear among ski tourers in a German touring region. In: *Safety Science* 143, S. 105406. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105406.

Anhang: Fragebogen zur Klimawandelanpassung in bayerischen Skigebieten

Teil 1: Informationen zum Skigebiet

Zu Beginn interessieren wir uns für ein paar Informationen über Ihr Skigebiet.

- Wie ist der Name Ihres Skigebiets?
- Wo liegt Ihr Skigebiet?
- Nennen Sie uns bitte den Landkreis und die Gemeinde(n).
- Auf welche Art wird Ihr Skigebiet geführt?
 - o Als Privatunternehmen
 - o Von der Gemeinde
 - o Durch einen Verein
 - o Sonstiges, und zwar:

Teil 2: Klimawandelanpassung in bayerischen Skigebieten

Besonders in den oft eher niedrig gelegenen bayerischen Skigebieten äußern sich die Auswirkungen des Klimawandels durch zu warme Temperaturen und somit öfter ausbleibendem Schneefall.

Skigebiete stehen somit vor großen Herausforderungen, haben aber auch einige Möglichkeiten, sich an den Klimawandel anzupassen.

In der untenstehenden Liste finden Sie eine Auflistung aller existierenden, theoretisch möglichen Anpassungsstrategien.

Uns interessieren Ihre Antworten:

Setzen Sie die Maßnahme bereits um? --> Spalte A ankreuzen

Planen Sie die Maßnahme zu intensivieren? --> Spalte B ankreuzen

Planen Sie die Maßnahme zukünftig umzusetzen? --> Spalte C ankreuzen

Setzen Sie die Maßnahme **nicht** um, halten sie aber für grundsätzlich sinnvoll? --> Spalte D ankreuzen

Setzen Sie die Maßnahme **nicht** um und halten sie auch für **nicht** sinnvoll? --> Spalte E ankreuzen

	A	B	C	D	E
Technische Lösungen					
Aufforstung (von Waldgebieten zur Beschattung der Hänge, um die Schneeschmelze zu verlangsamen)					
Bau von Dächern über Skipisten (Schutz von technischem Schnee vor Sonneneinstrahlung)					
Snowfarming (Schneespeicherung über den Sommer mittels zusammengehäufter Schneeberge unter Isoliermaterial)					
Technische Beschneigung (durch Schneekanonen und –lanzen)					
„Cloud-Seeding“ (Technologie aus der Landwirtschaft zur Veränderung des Wetters, die zur Erzeugung zusätzlicher Niederschläge (in Form von Schnee) eingesetzt werden kann)					
Pistenpräparierung (ermöglicht das Skifahren auf dünnerem Schnee)					
Künstliche Skimatten (witterungsunabhängige Kunststoffmatten, die eine ähnliche Gleitfähigkeit wie Schnee ermöglichen und auf bestehenden Pisten/auf der Liftrasse ausgelegt werden können)					
Indoor-Skianlagen (ermöglichen das ganze Jahr über Skifahren unter kontrollierten Bedingungen in einer Halle)					
Wetterprognosen für Beschneigung (z.B. um den Zeitpunkt der Saisonöffnung besser bestimmen zu können)					
Expansion					
Verbindung bestehender Skigebiete (z.B. Anschluss an schneesicherere Skigebiete)					
Ausbau des Skigebiets (Ausbau und Neuerschließungen in höhere Lagen und an Nordhängen)					
Angebotsdiversifizierung um Schneemangel im Winter mit anderen Aktivitäten ausgleichen zu können (z.B. Hallenbäder, Wellnessbäder, geführte oder ausgeschilderte Winterwanderungen, Huskytouren, Spaziergänge mit Tieren, Konzerte, Fitnesszentren, Restaurants, Einzelhandelsgeschäfte, ...)					
Finanzielle Anreize um die Buchungszahlen trotz Wetter-Risiko stabil zu halten (z.B: dynamische wetterabhängige Ticketpreise)					
Ganzjahresbetrieb (Entwicklung von Angeboten, die wetterunabhängig sind und Reisende im Sommer und Winter anlocken, z.B. Nutzung der Skilifte außerhalb der Skisaison für Mountainbiker oder Wanderende)					
Nachtskifahren (Maximierung der Nutzungszeit der Skipisten bei guten Bedingungen)					
Aufgabe des Skibetriebs					